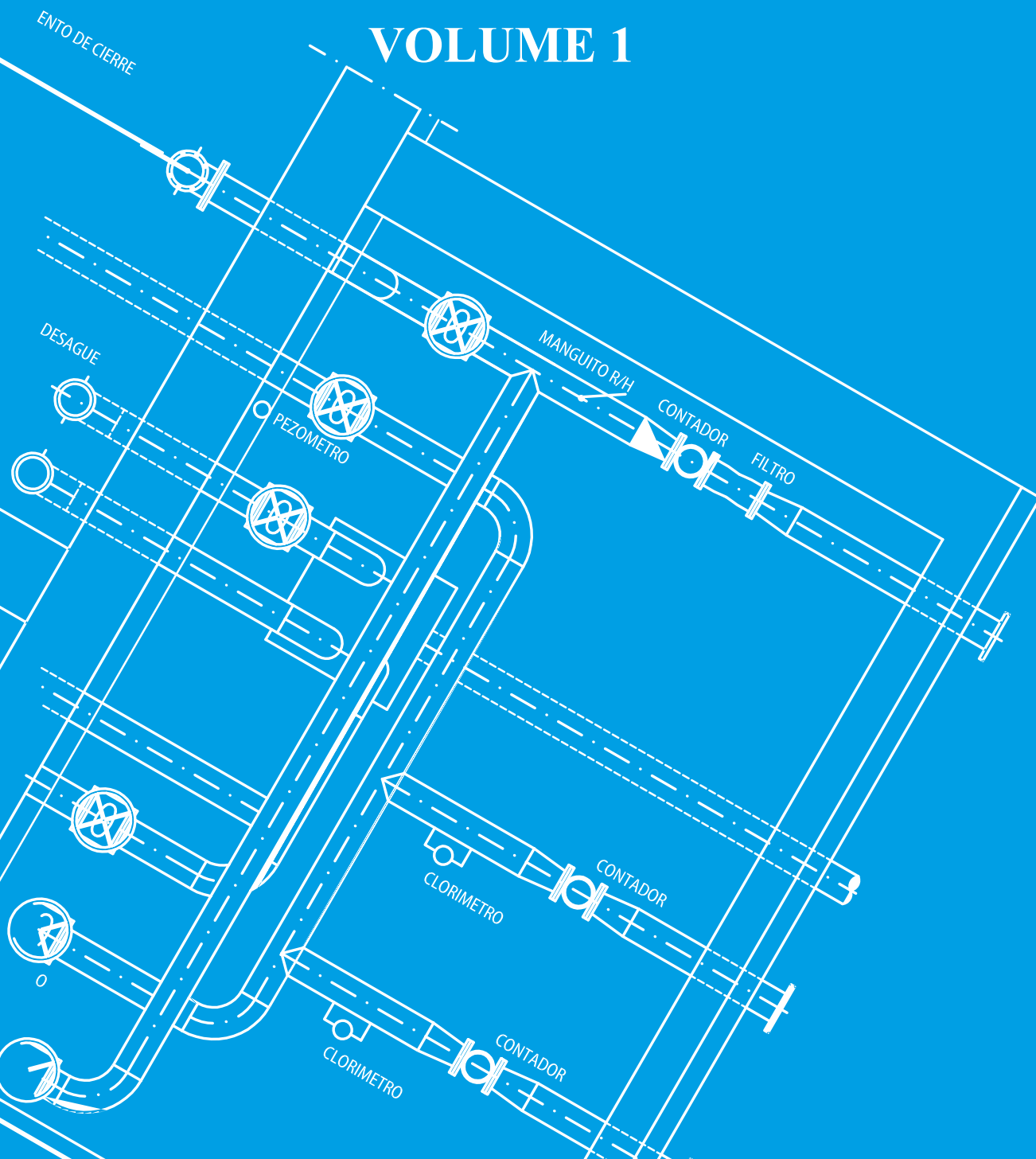


INSTRUCCIÓNES TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

VOLUME 1



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



VOL 1

**INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS
PARA OBRAS HIDRÁULICAS
EN GALICIA**



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

ITOHG – IND.	ÍNDICE.....	1
ITOHG - 0/0.	ESTRUTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO	17
ITOGH – ABA.	SISTEMAS ABASTECIMENTO.....	65
	VOLUME 1. DESEÑO DA REDE	65
	ABA-1/0. INTRODUCCIÓN AOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS	65
	ABA-1/1. DOTACIÓN E CAUDAIS DE AUGA EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS	77
	ABA-1/2. CRITERIOS DE DESEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS	105
	ABA-1/3. CÁLCULO DE CONDUCCIÓN.....	123
	ABA-1/4. CÁLCULO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO	137
	ABA-1/5. DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE CONDUCCIÓN.....	153
	ABA-1/6. CAPTACIÓNS. ESTUDOS HIDROLÓXICOS	163
	VOLUME 2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO	171
	ABA-2/1. ELEMENTOS SINGULARES EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO	171
ITOGH – MAT.	MATERIAIS PARA AS CONDUCCIÓN DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO.....	187
	MAT-1/0. CONSIDERACIÓNS XERAIS.....	187
	MAT-1/1. ACEIRO	231
	MAT-1/2. FORMIGÓN	241
	MAT-1/3. FUNDICIÓN.....	251
	MAT-1/4. POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRO	263
	MAT-1/5. POLIETILENO E POLIPROPILENO	275
	MAT-1/6. PVC	289

ITOHG-IND

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

TÍTULO	ÍNDICE
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



ÍNDICE

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

ÍNDICE GENERAL

ITOHG - 0/0. ESTRUCTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

ITOHG - ABA. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

VOLUME 1. DESEÑO DA REDE

- ABA-1/0. INTRODUCCIÓN AOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
- ABA-1/1. DOTACIÓN E CAUDAIS DE AUGA EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
- ABA-1/2. CRITERIOS DE DESEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
- ABA-1/3. CÁLCULO DE CONDUCCIÓN
- ABA-1/4. CÁLCULO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO
- ABA-1/5. DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE CONDUCCIÓN
- ABA-1/6. CAPTACIÓNS. ESTUDOS HIDROLÓXICOS.

VOLUME 2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

- ABA-2/1. ELEMENTOS SINGULARES EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

ITOHG - SAN. SISTEMAS DE SANEAMENTO

VOLUME 1. DESEÑO DA REDE

- SAN-1/0. SISTEMAS DE SANEAMENTO
- SAN-1/1. CÁLCULO DE CAUDAIS EN SANEAMENTO
- SAN-1/2. TRAZADO DE REDES DE SANEAMENTO
- SAN-1/3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCCIÓN
- SAN-1/4. TÉCNICAS DE DRENAXE URBANA SOSTIBLE
- SAN-1/5. CÁLCULO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS
- SAN-1/6. CÁLCULO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO

VOLUME 2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO

- SAN-2/1. CONSIDERACIÓNS XERAIS. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DAS REDES DE SANEAMENTO
- SAN-2/2. DESEÑO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS.
- SAN-2/3. DESEÑO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO.
- SAN-2/4. INSTRUMENTACIÓN, TELECONTROL E TELESUPERVISIÓN

**ITOHG – MAT. MATERIAIS PARA AS CONDUCCIÓNs DOS SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO E SANEAMENTO**

MAT-1/0. CONSIDERACIÓNs XERAIS

MAT-1/1. ACEIRO

MAT-1/2. FORMIGÓN

MAT-1/3. FUNDICIÓN

MAT-1/4. POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRO

MAT-1/5. POLIETILENO E POLIPROPILENO

MAT-1/6. PVC

ÍNDICES DE CONTENIDO DE LAS INSTRUCCIONES

**ITOHG - 0/0. ESTRUCTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE
ABASTECIMENTO E SANEAMENTO**

ITOHG - 0/0. ESTRUCTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

- 0.- DOCUMENTACIÓN INTEGRANTE DOS PROXECTOS
- 1.- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA
 - 1.1.- *Memoria*
 - 1.2.- *Anexos á memoria*
- 2.- DOCUMENTO Nº2: PLANOS
- 3.- DOCUMENTO Nº3: PREGO DE PRESCRIPCIÓNES TÉCNICAS PARTICULARES
- 4.- DOCUMENTO Nº4: ORZAMENTO

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

- APÉNDICE Nº 1: FICHA RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO PROXECTO
- APÉNDICE Nº 2: FICHA DE SUPERVISIÓN
- APÉNDICE Nº 3: MOVEMENTO DE TERRAS
- APÉNDICE Nº 4: ESTUDO AMBIENTAL, MEDIDAS CORRECTORAS E PROCEDEMENTOS DE TRAMITACIÓN
- APÉNDICE Nº 5: ESTUDO DE SEGURIDADE E SAÚDE
- APÉNDICE Nº 6: PROCEDEMENTO DE EXECUCIÓN E POSTA EN SERVIZO DAS INSTALACIÓNES ELÉCTRICAS
- APÉNDICE Nº 7: NORMALIZACIÓN DA DOCUMENTACIÓN EN FORMATO DIXITAL NOS PROXECTOS DE CONSTRUCCIÓN

ITOHG - ABA. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO VOLUME 1. DESEÑO DA REDE

ABA-1/0. INTRODUCCIÓN AOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS

- 1.- OBXECTO
 - 2.- DEFINICIÓNS
 - 2.1.- Elementos do sistema
 - 2.2.- Redes de distribución
 - 2.3.- Compoñentes
 - 3.- CAUDAIS
 - 4.- PRESIÓNS HIDRÁULICAS
 - 5.- DIÁMETROS DAS TUBAXES
 - 6.- UNIDADES
- BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/1. DOTACIÓN E CAUDAIS DE AUGA EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS

- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- ESTIMACIÓN DAS DEMANDAS E OS CAUDAIS MEDIOS NUN SISTEMA DE ABASTECIMENTO
 - 2.1.- Estimación das demandas de auga urbana
 - 2.1.1.- Introducción
 - 2.1.2.- Dotacións de auga por habitante e día para zonas de abastecemento con consumos diversos
 - 2.1.3.- Dotacións e consumos específicos asociados a tipos de usos do solo
 - 2.1.4.- Dotacións e consumos para actividades específicas ou centros colectivos
 - 2.2.- Estimación das demandas medias industriais
 - 2.2.1.- Introducción
 - 2.2.2.- Dotacións e consumos específicos para industria
 - 2.3.- Estimación das demandas medias gandeiras
 - 2.4.- Estimación das necesidades de auga para a rede de bocas de incendios
 - 3.- COEFICIENTES PARA O CÁLCULO DE CAUDAIS PUNTA
 - 3.1.- Coeficientes punta para variacións estacionais ou diarias en consumos urbanos
 - 3.2.- Coeficientes punta para variacións horarias en consumos urbanos
 - 3.3.- Coeficientes punta para consumos industriais de auga
 - 3.4.- Coeficientes punta para consumos gandeiros de auga
 - 4.- ESTIMACIÓN DA POBOACIÓN NAS FASES DE VIDA ÚTIL DA INFRAESTRUCTURA
 - 4.1.- Método aritmético. Aplicación a Galicia
 - 4.2.- Criterios de cálculo adoptados
- BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/2. CRITERIOS DE DESEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS

- 1.- OBXECTO
- 2.- INFORMACIÓN PREVIA
- 3.- TRAZADO
 - 3.1.- Trazado en Alzado
 - 3.2.- Dominio Público Hidráulico
 - 3.3.- Estradas
 - 3.4.- Ferrocarril
 - 3.5.- Costas
 - 3.6.- Vías pecuarias
 - 3.7.- Afección ao patrimonio
 - 3.8.- Espazos naturais
 - 3.9.- Sistemas acuáticos continentais
- 4.- PRESIÓNS

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

5.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN
6.- DIÁMETROS
7.- MATERIAIS A UTILIZAR

BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/3. CÁLCULO DE CONDUCCIÓN

1.- OBTXECTO
2.- MÉTODO SIMPLIFICADO
 2.1.- Ámbito de aplicación
 2.2.- Ecuacións de cálculo
 2.3.- Táboas de datos
3.- MÉTODO COMPLETO
4.- FLUXO TRANSITORIO

BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/4. CÁLCULO DE ESTACIÓN DE BOMBEO

1.- OBTXECTO
2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS
3.- CURVA RESISTENTE DUNHA IMPULSIÓN. PUNTO DE FUNCIONAMENTO
4.- LOCALIZACIÓN DA BOMBA. NPSH
5.- AGRUPACIÓN DE BOMBAS
6.- BOMBEO DESDE POZO OU ESTACIÓN
7.- PARO BRUSCO DUNHA BOMBA. CÁLCULO DO TEMPO DE PARO

BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/5. DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

1.- INTRODUCIÓN
2.- CLASIFICACIÓN
 2.1.- Segundo o uso
 2.2.- Segundo o tipo constructivo
3.- COTA E REBOMBEO.
4.- CAPACIDAD E TIPOLOXÍAS
 4.1.- Capacidade
 4.2.- Tipoloxías e detalles
5.- ELEMENTOS DE ENTRADA E SAÍDA
 5.1.- Tubaxes de entrada
 5.2.- Tubaxes de saída

BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/6. CAPTACIÓN. ESTUDOS HIDROLÓXICOS

1.- INTRODUCIÓN
2.- MODELO HIDROLÓXICO
 2.1.- Metodoloxía
 2.1.1.- Cálculo do caudal de estiaxe
 2.1.2.- Cálculo del caudal de protección
 2.1.3.- Caudal dispoñible
3.- EJEMPLO

VOLUME 2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

ABA-2/1. ELEMENTOS SINGULARES EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- ALOJAMIENTOS Y ELEMENTOS DE RED
- 3.- CÁMARAS DE LLAVES EN DEPÓSITOS

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

- 1. LENDA
- 2. SECCIONAMENTO S CON DESAUGADOIRO E CON DERIVACIÓN
- 3. SECCIONAMENTO S CON DERIVACIÓN
- 4. SECCIONAMENTO CON DERIVACIÓN E AIREACIÓN
- 5. SECCIONAMIENTO. INSTALACIÓN DE VRP
- 6. VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN
- 7. CÁMARA DE CHAVES

ITOHG - SAN. SISTEMAS DE SANEAMENTO VOLUME 1. DESEÑO DA REDE

SAN-1/0. SISTEMAS DE SANEAMENTO

- 1.- OBXECTO
- 2.- DEFINICIÓNS
 - 2.1.- Compoñentes
 - 2.2.- Termos relativos ás redes de saneamento
 - 2.3.- Sistemas de saneamento e drenaxe
- 3.- DESEÑO AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO
 - 3.1.- Introducción: Sistemas integrais e integrados de saneamento
 - 3.2.- Caudais e contaminación nos sistemas de saneamento: tempo seco e tempo de chuvía
 - 3.3.- Referencias legais e normativa sobre sistemas de saneamento e drenaxe en tempo de chuvía
 - 3.4.- O uso de Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible (TDUS) nos sistemas de saneamento e drenaxe
 - 3.5.- Tipoloxía das Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible
- 4.- DIAMÉTROS DAS TUBAXES
- 5.- CRITERIOS XERAIS
- 6.- PRINCIPIOS E CRITERIOS DE DESEÑO AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO E DRENAXE
 - 6.1.- Criterios xerais de deseño das TDUS na superficie da cunca e en sistemas de drenaxe de pluviais
 - 6.2.1.- Análise da problemática e da necesidade de usar TDUS para o control das escorrentías urbanas
 - 6.2.2.- Criterios xerais adoptados
 - 6.2.- Criterios xerais de deseño das TDUS nos sistemas unitarios

ANEXO 1

BIBLIOGRAFÍA

SAN-1/1. CÁLCULO DE CAUDAIS EN SANEAMENTO

- 1.- OBXECTO
- 2.- CAUDAIS DE AUGAS RESIDUAIS
- 3.- CAUDAIS DE AUGAS PLUVIAIS
 - 3.1.- Método simplificado
 - 3.1.1.- Ámbito de aplicación
 - 3.1.2.- Estimación do caudal de augas pluviais
 - 3.2.- Método completo
 - 3.2.1.- Ámbito de aplicación
 - 3.2.2.- Choiva de proxecto
 - 3.2.3.- Perdas de precipitación: choiva neta
 - 3.2.4.- Transformación choiva-escorrentía
- 4.- ESTIMACIÓN DOS CAUDAIS DE PROXECTO

BIBLIOGRAFÍA

SAN-1/2. TRAZADO DE REDES DE SANEAMENTO

- 1.- CONSIDERACIÓNS XERAIS
- 2.- TRAZADO EN PLANTA
 - 2.1.- Dominio Público Hidráulico
 - 2.2.- Estradas
 - 2.3.- Ferrocarril
 - 2.4.- Costas
 - 2.5.- Vías pecuarias
 - 2.6.- Afeción ao patrimonio
- 3.- TRAZADO EN ALZADO

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

SAN-1/3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCCIÓNES

- 1.- OBXECTO
- 2.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN
- 3.- MÉTODO SIMPLIFICADO. RÉXIME PERMANENTE UNIFORME
 - 3.1.- Ámbito de aplicación
 - 3.2.- Ecuacións de cálculo
 - 3.3.- Estimación dos caudais
- 4.- RÉXIME PERMANENTE GRADUALMENTE VARIADO
 - 4.1.- Ámbito de aplicación
 - 4.2.- Ecuacións de cálculo
- 5.- RÉXIME NON PERMANENTE
 - 5.1.- Ámbito de aplicación
 - 5.2.- Ecuacións de cálculo
 - 5.3.- Aplicación do método

BIBLIOGRAFÍA
ANEXO 1

SAN-1/4. TÉCNICAS DE DRENAXE URBANA SOSTIBLE

- 1.- OBXECTO
- 2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DAS TDUS
 - 2.1.- Condicionantes orixinados polas características das augas de escorrentía
 - 2.2.- Restriccións orixinadas polas características do medio receptor
- 3.- TIPOLOXÍAS RECOMENDADAS
 - 3.1.- Control de entradas en orixe
 - 3.2.- Control e tratamento local
 - 3.3.- Retención ou detención a nivel subcunca

BIBLIOGRAFÍA

SAN-1/5. CÁLCULO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS

- 1.- OBXECTO
- 2.- DESEÑO DE DEPÓSITOS DE AUGAS PLUVIAIS EN SISTEMAS UNITARIOS
 - 2.1.- Consideracións e criterios xerais
 - 2.2.- Caudais derivados a EDAR
 - 2.3.- Deseño hidráulico de depósitos de augas pluviais
 - 2.3.1.- Método simplificado
 - 2.3.2.- Método completo
- 3.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS E OUTRAS CONSIDERACIÓNES
 - 3.1.- Elementos de regulación
 - 3.2.- Elementos de alivio
 - 3.3.- Deseño mecánico

BIBLIOGRAFÍA

SAN-1/6. CÁLCULO DE ESTACIÓNES DE BOMBEO

- 1.- OBXECTO
- 2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS
- 3.- CURVA RESISTENTE DUNHA IMPULSIÓN. PUNTO DE FUNCIONAMENTO
- 4.- LOCALIZACIÓN DA BOMBA. NPSH
- 5.- AGRUPACIÓN DE BOMBAS
- 6.- BOMBEO DENDE POZO OU ESTACIÓN
- 7.- PARO BRUSCO DUNHA BOMBA. CÁLCULO DO TEMPO DE PARO

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

**EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS**

VOLUME 2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO

SAN-2/1. CONSIDERACIÓNES XERAIS. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DAS REDES DE SANEAMENTO

- 1.- OBXECTO
- 2.- POZOS E ARQUETAS DE REXISTRO
- 3.- ACOMETIDAS
 - 3.1.- Descrición e tipoloxía
 - 3.2.- Cálculo hidráulico
 - 3.3.- Criterios de trazado
- 4.- EMBORNAIS E ELEMENTOS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DA ESCORRENTÍA.
 - 4.1.- Embornais
 - 4.2.- Canles e grellas de desaugue
 - 4.3.- Criterios de colocación
- 5.- OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
 - 5.1.- Válvulas, ventosas, desaugues e comportas
 - 5.1.1. Válvulas
 - 5.1.2. Ventosas
 - 5.1.3. Desaugues
 - 5.1.4. Comportas
 - 5.2.- Cámaras de descarga
 - 5.3.- Cámaras de rotura de carga
 - 5.4.- Rápidos
 - 5.5.- Sifóns invertidos
 - 5.6.- Areeiros e trampas de sedimentos
 - 5.7.- Elementos de ventilación
 - 5.8.- Elementos auxiliares de accesibilidade

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

- 1. POZOS DE REXISTRO
 - 1.1. POZO DE REXISTRO IN SITU SOBRE O NF
 - 1.1.1. PLANTA
 - 1.1.2. SECCIÓN
 - 1.2. POZO DE REXISTRO IN SITU BAIXO O NF
 - 1.2.1. PLANTA
 - 1.2.2. SECCIÓN
 - 1.3. POZO DE REXISTRO PREFABRICADO
 - 1.4. POZO DE REXISTRO PROFUNDO (H>4M)
 - 1.5. PATES
 - 1.6. TAPA
- 2. ARQUETA DE REXISTRO
 - 2.1. SECCIÓN TRANSVERSAL
 - 2.2. SECCIÓN LONXITUDINAL
- 3. ARQUETA PARA TOMA DE MOSTRAS E AFOROS
- 4. ELEMENTOS DE CAPTACIÓN DA ESCORRENTÍA
 - 4.1. EMBORNAL PARA REDE SEPARATIVA
 - 4.2. EMBORNAL PARA REDE UNITARIA
 - 4.3. EMBORNAL PARA REDE UNITARIA, DE USO EXCEPCIONAL
- 5. OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
 - 5.1. ALOXAMENTO DE VENTOSA
 - 5.2. ALOXAMENTO DE DESAUGUE

SAN-2/2. DISEÑO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS

- 1.- OBXECTO
- 2.- XEÑERALIDADES
 - 2.1.- Tipoloxías
 - 2.2.- Métodos de baleirado
 - 2.3.- Disposición de varios depósitos
- 3.- ELEMENTOS PRINCIPAIS
 - 3.1.- Zona de entrada
 - 3.2.- Cámara
 - 3.3.- Elementos de limpeza
 - 3.3.1.- Limpadores basculantes
 - 3.3.2.- Comportas de descarga e sistemas de baleiro
 - 3.3.3.- Exectores hidráulicos fixos
 - 3.3.4.- Exectores hidráulicos xiratorios
 - 3.4.- Elementos de regulación
 - 3.4.1.- Comportas de parede
 - 3.4.2.- Válvulas de vórtice
 - 3.4.3.- Bombas
 - 3.4.4.- Outros sistemas de regulación
 - 3.5.- Aliviadoiros
 - 3.6.- Instalacións auxiliares
 - 3.6.1.- Clapetas
 - 3.6.2.- Sistemas de ventilación e desodorización
 - 3.6.3.- Redes auxiliares de electricidade e auga
 - 3.6.4.- Instrumentación, telesupervisión e telecontrol
- 4.- EXPLOTACIÓN E MANTEMENTO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

- 1. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS
 - a. PLANTA
 - b. SECCIÓNS
- 2. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS CON BOMBEO EN CÁMARA HÚMIDA
 - a. PLANTA
 - b. SECCIÓN
- 3. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS CON BOMBEO EN CÁMARA SECA
- 4. CÁMARA DE DERIVACIÓN PARA DEPÓSITOS FORA DE LIÑA

SAN-2/3. DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO

- 1.- OBTXECTO
- 2.- VOLUME DO POZO DE BOMBEO
- 3.- CAUDAIS A BOMBEAR E REGULACIÓN
 - 3.1.- Caudais a bombear nos sistemas separativos
 - 3.2.- Caudais a bombear nos sistemas unitarios en tempo de chuvia
- 4.- DISPOSICIÓN DUN BOMBEO
 - 4.1.- Xeneralidades
 - 4.2.- Cámara de entrada
 - 4.3.- Pozo de grosos
 - 4.4.- Sistema de desbaste
 - 4.5.- Cámara tranquilizadora
 - 4.6.- Cámara de aspiración
 - 4.7.- Tipo de tomas
 - 4.8.- Cámara seca
 - 4.9.- Arranque de las bombas
 - 4.10.- Instalacións auxiliares
- 5.- CAMPÁ DE ASPIRACIÓN
- 6.- DIMENSIONAMENTO XEOMÉTRICO
- 7.- RUIDOS E VIBRACIONES
- 8.- VENTILACIÓN E TRATAMENTO DE OLORES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

1. POZO DE BOMBEO DE SECCIÓN CIRCULAR
2. POZO DE BOMBEO DE SECCIÓN RECTANGULAR

SAN-2/4. INSTRUMENTACIÓN, TELECONTROL E TELESUPERVISIÓN

- 1.- OBTXECTO
- 2.- EXPLOTACIÓN AVANZADA DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO
- 3.- COMPONENTES DO SISTEMA
 - 3.1.- Sensores
 - 3.2.- Controladores Lóxicos Programables (PLC's)
 - 3.3.- Estacións remotas
- 4.- INSTRUMENTACIÓN E TELECONTROL DAS INFRAESTRUTURAS DA REDE DE SANEAMENTO
 - 4.1.- Impulsións
 - 4.2.- Depósitos

BIBLIOGRAFÍA

ITOHG – MAT. MATERIAIS PARA AS CONDUCCIÓN DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

MAT-1/0. CONSIDERACIÓN XERAIS

- 1.- OBTECTO DA SERIE MAT
- 2.- DEFINICIÓN DAS CARACTERÍSTICAS DAS TUBAXES
 - 2.1.- Características xeométricas e funcionais das tubaxes
 - 2.2.- Presións definidas na normativa ou de uso común
- 3.- PROBAS EN TUBAXES
 - 3.1.- En condicións de abastecemento
 - 3.2.- En condicións de saneamento
- 4.- INSTALACIÓN DE TUBAXES
 - 4.1.- Transporte e almacenamento
 - 4.2.- Instalación de tubos enterrados
 - 4.3.- Gabias normalizadas
 - 4.4.- Instalación de tubos aéreos
 - 4.5.- Sistemas de protección catódica
 - 4.6.- Macizos de ancoraxe
 - 4.7.- Acceso aos elementos de rede
- 5.- MATERIAIS QUE SE EMPREGAN PARA TUBAXES
- 6.- CÁLCULO MECÁNICO
 - 6.1.- Tipos de tubos en función da súa resistencia mecánica
 - 6.2.- Accións que actúan sobre as tubaxes
 - 6.3.- Hipóteses pésimas de carga
 - 6.4.- Métodos de cálculo para as accións
- 7.- MARCADO

BIBLIOGRAFÍA

MAT-1/1. ACEIRO

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TIPOS DE TUBOS DE ACEIRO
- 3.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE ACEIRO
- 4.- TIPOS DE UNIÓN EN TUBAXES DE ACEIRO
- 5.- CÁLCULO MECÁNICO EN TUBAXES DE ACEIRO
 - 5.1.- Tubos aéreos
 - 5.2.- Tubos enterrados

BIBLIOGRAFÍA

MAT-1/2. FORMIGÓN

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TIPOS DE TUBOS DE FORMIGÓN
- 3.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE FORMIGÓN
- 4.- TIPOS DE UNIÓN EN TUBAXES DE FORMIGÓN
- 5.- CÁLCULO MECÁNICO EN TUBAXES DE FORMIGÓN

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

MAT-1/3. FUNDICIÓN

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TIPOLOXÍA DE CONDUCCIÓN DE FUNDICIÓN DÚCTIL
 - 2.1.- Segundo os usos habituais das conduccións da fundición dúctil
 - 2.2.- Segundo os sistemas de unión
 - 2.3.- Segundo os revestimentos
- 3.- TIPOS DE UNIÓN EN TUBAXES DE FUNDICIÓN DÚCTIL
- 4.- REVESTIMENTOS DA TUBAXE
- 5.- CÁLCULO MECÁNICO DE TUBAXES DE FUNDICIÓN DÚCTIL
 - 5.1.- Hipótese pésima de carga nas canalizacións de fundición
 - 5.2.- Estado tensional causado pola presión interior
 - 5.3.- Deseño segundo o método simplificado da norma UNE-EN 545:2002 Estado tensional causado pola presión externa
 - 5.4.- Deseño segundo o método do Fascículo 70
 - 5.5.- Ábacos para o predimensionamento das conduccións

BIBLIOGRAFÍA

MAT-1/4. POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRO

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE PRFV
- 3.- TIPOS DE UNIÓN
- 4.- CÁLCULO MECÁNICO DE TUBAXES DE PRFV
 - 5.1.- Tubos aéreos
 - 5.2.- Tubos enterrados

BIBLIOGRAFÍA

MAT-1/5. POLIETILENO E POLIPROPILENO

- 1.- OBXECTO
- 2.- CARACTERÍSTICAS DO POLIETILENO E DO POLIPROPILENO
 - 2.1.- Características xerais do polietileno
 - 2.2.- Características mecánicas dos tubos de polietileno
 - 2.3.- Características físicas dos tubos de polietileno
 - 2.4.- Características químicas e biolóxicas dos tubos de polietileno
 - 2.5.- Características térmicas
 - 2.6.- Características eléctricas
 - 2.7.- Características hidráulicas
 - 2.8.- Comparativa das características do polietileno coas do polipropileno
- 3.- SISTEMAS DE UNIÓN
- 4.- DESEÑO MECÁNICO
 - 4.1.- Hipótese I: Presión interna positiva (estado tensional)
 - 4.2.- Hipótese II: Accións externas e presión interna positiva (estado tensional e deformacións)
 - 4.3.- Hipótese III: Accións externas (estado tensional e deformacións)
 - 4.4.- Hipótese IV: Accións externas e presión
 - 4.5.- Programa de cálculo
- 5.- APLICACIÓN
- 6.- ACCESORIOS E OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

**EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS**

MAT-1/6. PVC

- 1.- OBXECTO
- 2.- PROCESOS DE OBTENCIÓN DA TUBAXE DE PVC
 - 2.1.- Tipos de tubaxes
 - 2.2.- Propiedades das tubaxes de PVC ríxidas
- 3.- TIPOS DE UNIÓNS EN TUBAXES DE PVC
- 5.- CÁLCULO MECÁNICO DAS TUBAXES DE PVC-U
 - 5.1.- Magnitudes dimensionais e mecánicas das tubaxes
 - 5.2.- Requisitos esixibles ás tubaxes de PVC ríxido
 - 5.2.1.- Deformacións
 - 5.2.2.- Estado tensional
 - 5.2.3.- Resistencia ao esmagamento
 - 5.2.4.- Resistencia á presión interna
 - 5.2.5.- Resistencia á flexión transversal
 - 5.2.6.- Resistencia ao impacto
 - 5.2.7.- Resistencia á abrasión
 - 5.2.8.- Resistencia aos fluídos químicos
 - 5.3.- Hipótese pésima de carga
 - 5.4.- Comportamento funcional das tubaxes de PVC-U
 - 5.4.1.- Comportamento da tubaxe de PVC-U en función do tempo
 - 5.4.2.- Fatiga cíclica
 - 5.4.3.- Comportamento da tubaxe de PVC-U en función da temperatura
 - 5.5.- Programa de cálculo de AseTUB

BIBLIOGRAFÍA

ITOHG-0/0

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

TÍTULO	ESTRUTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO (ITOGH-0/0)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

**ESTRUTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO
(ITOHG-0/0)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Marta Sara Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC), Efrén Sánchez Muiño (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

0.- DOCUMENTACIÓN INTEGRANTE DOS PROXECTOS

1.- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

1.1.- *Memoria*

1.2.- *Anexos á memoria*

2.- DOCUMENTO Nº2: PLANOS

3.- DOCUMENTO Nº3: PREGO DE PRESCRIPCIÓN TÉCNICAS PARTICULARES

4.- DOCUMENTO Nº4: ORZAMENTO

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

APÉNDICE Nº 1: FICHA RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO PROXECTO

APÉNDICE Nº 2: FICHA DE SUPERVISIÓN

APÉNDICE Nº 3: MOVEMENTO DE TERRAS

APÉNDICE Nº 4: ESTUDO AMBIENTAL, MEDIDAS CORRECTORAS E PROCEDEMENTOS DE TRAMITACIÓN

APÉNDICE Nº 5: ESTUDO DE SEGURIDADE E SAÚDE

APÉNDICE Nº 6: PROCEDEMENTO DE EXECUCIÓN E POSTA EN SERVIZO DAS INSTALACIÓNS ELÉCTRICAS

APÉNDICE Nº 7: NORMALIZACIÓN DA DOCUMENTACIÓN EN FORMATO DIXITAL NOS PROXECTOS DE CONSTRUCCIÓN

0.- DOCUMENTACIÓN INTEGRANTE DOS PROXECTOS

Todo Proxecto de Obras Hidráulicas deberá constar dos catro documentos tradicionais:

- Documento número 1. Memoria e anexos.
- Documento número 2. Planos.
- Documento número 3. Prego de prescricións técnicas particulares.
- Documento número 4. Orzamento.

A documentación achegada no proxecto de construción deberá ser realizada con datos actualizados e fiables. Os documentos anteriores deben definir e xustificar completamente a solución adoptada e cada un deles debe conter, como mínimo, o exposto nos seguintes puntos.

1.- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

1.1.- Memoria

Na memoria deben describirse suficientemente as obras, incluíndo os criterios e premisas utilizadas para a adopción da solución. Describírase como será a súa explotación e os seus elementos funcionais, obras singulares, estética e contorna ambiental e territorial.

A memoria seguirá, en xeral, o índice que se propón a continuación:

- Antecedentes.
- Obxecto do proxecto.
- Descrición da situación actual.
- Necesidades a satisfacer.
- Alternativas analizadas.
- Descrición e xustificación das obras proxectadas.
- Estudo xeolóxico-xeotécnico.
- Servizos afectados, dispoñibilidade de terreos e coordinación con outras administracións.
- Estudo ambiental, medidas correctoras e tramitación ambiental.
- Estudo de xestión de residuos de construción e demolición.
- Estudo de seguridade e saúde.
- Plan de obras.
- Prazo de execución das obras e prazo de garantía.
- Clasificación do contratista.
- Revisión de prezos.
- Resumo de orzamentos.
- Declaración de obra completa ou fraccionada.
- Relación de documentos que integran o proxecto.
- Consideracións finais.

O documento débese asinar indicando lugar, data e autor.
A continuación descríbese cada un dos apartados anteriores:

ANTECEDENTES

Incluírase unha breve descrición dos antecedentes administrativos e das accións previas á realización do proxecto.

OBXECTO DO PROXECTO

Descríbanse de forma xeral os obxectivos que se pretenden conseguir coa execución das obras definidas no proxecto.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

DESCRIPCIÓN DA SITUACIÓN ACTUAL

Neste apartado deberanse incluír os detalles técnicos necesarios para a correcta descrición da contorna, tales como EDAR existentes, tipo de rede existente, colectores existentes, diámetros, ...

NECESIDADES A SATISFACER

Débese incluír:

- Para redes de abastecemento: poboación servida, dotacións, ...
- Para depósitos de abastecemento: poboación servida, dotacións, volume de depósito, garantía de administración, ...
- Para redes de saneamento: poboación beneficiada, caudais obtidos dos cálculos, ...

ALTERNATIVAS ANALIZADAS

Descríbanse as alternativas analizadas tanto de localización como de conformación técnica, xustificando a alternativa proposta polo proxecto.

DESCRIPCIÓN E XUSTIFICACIÓN DAS OBRAS PROXECTADAS

Descrición xeral das obras, desenvolvendo:

- Descrición do trazado en planta incluíndo tipo de rede, lonxitudes, diámetros, materiais empregados e accesorios, así como a xustificación daqueles aspectos relacionados co trazado (por exemplo se o trazado discorre baixo beirarrúas ou baixo o centro da calzada).
- Descrición do trazado en alzado, incluíndo os valores entre os que se atopan as pendentes dos colectores, en caso de saneamento, ou as diferenzas de cota entre os distintos puntos, en caso de abastecemento.
- Diámetros adoptados, xustificados mediante o cumprimento de velocidades máximas ou mínimas (caso saneamento) ou presións (caso abastecemento).
- Descrición da sección transversal da gabiá, xustificando a súa elección en canto a dimensións e materiais. Deben especificarse e xustificarse as distancias mínimas entre a rede e a rasante do terreo, fachadas, cimentacións e outras instalacións subterráneas, así como as separacións que se manterán entre servizos.
- Descrición cualitativa e cuantitativa do resto de compoñentes que forman a rede: acometidas, aliviadoiros, galerías, rexistros, pozos de rexistro, embornais, elementos complementarios, ...
- Descrición das estacións de impulsión ou elevación.
- Descrición dos depósitos.
- Descrición doutras obras que forman parte do proxecto pero non son hidráulicas. Por exemplo, reposición de firmes, muros de contención, ...

ESTUDO XEOLÓXICO - XEOTÉCNICO

En cumprimento do artigo 107 da Lei 30/2007 de contratos do sector público débese incluír un anexo de xeoloxía e xeotecnia.

O anexo é de obrigatoria redacción salvo que a natureza das obras xustifique o contrario.

Neste apartado da memoria incluíranse os aspectos máis importantes definidos en devandito anexo e as conclusións do mesmo.

SERVIZOS AFECTADOS, DISPOÑIBILIDADE DE TERREOS E COORDINACIÓN CON OUTRAS ADMINISTRACIÓNS

Neste apartado incluírase unha descrición xeral dos servizos que se verán afectados pola execución das obras e a súa reposición.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Comprenderá unha descrición dos terreos afectados polas obras incluíndo, no seu caso, o valor das expropiacións necesarias.

Tamén debe incluírse unha descrición xeral das afeccións ao Dominio Público, hidráulico ou de costas, estradas, portos, liñas ferroviarias, vías pecuarias ou, en xeral, calquera outro servizo que se vira afectado.

ESTUDO AMBIENTAL, MEDIDAS CORRECTORAS E TRAMITACIÓN AMBIENTAL

Incluiranse os aspectos máis importantes do estudo ambiental contido no proxecto e indicarse o valor do orzamento destinado a medidas correctoras.

Xustificarase o cumprimento da lexislación ambiental seguindo as directrices do anexo 16.

ESTUDO DE XESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN E DEMOLICIÓN

En cumprimento do Real Decreto 105/2.008, do 1 de febreiro, polo que se regula a produción e xestión dos residuos de construción e demolición, elaborárase un estudo de xestión de residuos de construción e demolición, cumprindo as obrigacións descritas no artigo 4 do citado Real Decreto. Neste apartado inclúiranse os aspectos máis significativos recollidos en devandito estudo.

ESTUDO DE SEGURIDADE E SAÚDE

De acordo coa Lei 31/1995 do 8 de novembro, de prevención de riscos laborais, e o Real Decreto 1627/1997 do 24 de outubro deberá elaborarse o estudo correspondente.

Neste apartado inclúirase a xustificación da inclusión dun estudo básico de seguridade e saúde ou dun estudo de seguridade e saúde.

PLAN DE OBRAS

Neste apartado farase referencia ao programa orientativo de execución das obras proxectadas, en cumprimento da normativa vixente.

PRAZO DE EXECUCIÓN E PRAZO DE GARANTÍA DAS OBRAS

Neste apartado propónse, en letra e número, o prazo de execución das obras a partir do replanteo previo e o prazo de garantía a partir da recepción provisional das mesmas.

CLASIFICACIÓN DO CONTRATISTA

Neste apartado defínense, en cumprimento da normativa vixente, os subgrupos e categorías nos que debe estar incluído o adjudicatario.

REVISIÓN DE PREZOS

En cumprimento da lexislación vixente (art 77.1 Lei 30/07) propónse, en tódolos casos, a fórmula de revisión de prezos.

RESUMO DE ORZAMENTOS

Todos os orzamentos incluídos neste apartado expresaranse en número e letra.

Inclúiranse os seguintes orzamentos:

- Orzamento de execución material.
- Orzamento base de licitación (sen IVE).
- Orzamento base de licitación (con IVE).
- Orzamento para coñecemento da administración.

DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA OU FRACCIONADA

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Declararase o cumprimento segundo a lexislación vixente.

RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE INTEGRAN O PROXECTO

Incluirase un índice completo do proxecto.

CONSIDERACIÓNS FINAIS

No seu caso indicarse se o proxecto é unha actuación pertencente ao Plan hidrolóxico Galicia-Costa, ao Plan de saneamento de Galicia ou ao Plan de abastecemento de Galicia.

1.2.- Anexos á memoria

Os proxectos incluirán a seguinte relación de anexos (a non inclusión dalgún deles deberá ser xustificada):

- Anexo nº0: Estudio Informativo.
- Anexo nº1: Antecedentes administrativos.
- Anexo nº2: Cartografía, topografía e replanteo.
- Anexo nº3: Xeoloxía e xeotecnia.
- Anexo nº4: Hidroloxía e captacións.
- Anexo nº5: Movemento de terras.
- Anexo nº6: Poboación, dotacións e caudais asociados.
- Anexo nº7: Estudio de alternativas.
- Anexo nº8: Trazado.
- Anexo nº9: Cálculos hidráulicos.
- Anexo nº10: Cálculos mecánicos de conducións.
- Anexo nº11: Características técnicas de equipos e elementos singulares.
- Anexo nº12: Cálculos estruturais.
- Anexo nº13: Subministración de servizos.
- Anexo nº14: Instrumentación e control.
- Anexo nº15: Reposición de servizos afectados e coordinación con outros organismos.
- Anexo nº16: Estudio ambiental e procedementos de tramitación.
- Anexo nº17: Estudio de xestión de residuos.
- Anexo nº18: Expropiacións e dispoñibilidade de terreos.
- Anexo nº19: Estudio de seguridade e saúde.
- Anexo nº20: Plan de obras.
- Anexo nº21: Plan de control de calidade.
- Anexo nº22: Remate e terminación das obras.
- Anexo nº23: Xustificación de prezos.
- Anexo nº24: Orzamento para coñecemento da administración.
- Anexo nº25: Clasificación do contratista.
- Anexo nº26: Fórmula de revisión de prezos.
- Anexo nº27: Anexo fotográfico.
- Anexo nº28: Ficha resumo das características do proxecto.
- Anexo nº29: Ficha de supervisión.

ANEXO Nº0: ESTUDIO INFORMATIVO

Trátase dun documento que se entregará en data previa á de aprobación do proxecto. Debería incluír todos os documentos necesarios para comezar a tramitación dun proxecto e evitar atrasos innecesarios á hora de realizar as obras.

O estudio informativo estará formado por aqueles anexos que posteriormente formarán parte do proxecto pero que é necesaria a súa entrega previa para comezar as tramitacións oportunas con outros organismos ou

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

empresas de servizos.

Incluiranse polo menos os seguintes anexos:

- Anexo nº1 de antecedentes administrativos.
- Anexo nº7 de estudo de alternativas.
- Anexo nº13: de subministración de servizos
- Anexo nº15 de reposición de servizos afectados e coordinación con outros organismos. Comprobaranse as afeccións a outros organismos e dominios afectados. No caso de que existisen incluírase a solicitude e/ou adendas cursadas e, de ser o caso, as contestacións oportunas.
- Anexo nº16 de estudo ambiental e procedementos de tramitación. Comprobarase o cumprimento da lexislación ambiental. En caso necesario incluírase o documento para consulta a Medio Ambiente sobre sometemento a algún procedemento de avaliación.
- Anexo nº18 de expropiacións e dispoñibilidade de terreos. De acordo co reflectido neste anexo, acreditarase a dispoñibilidade de terreos para a execución do proxecto.

ANEXO Nº1: ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Este anexo incluírá plans, acordos de corporacións, transcrición de normas e ordenanzas, etc.

Conterá planos con todas as figuras de planeamento existentes que cualifiquen o solo que vaia ser ocupado pola obra, verificándose a compatibilidade da actuación cos usos recollidos no planeamento.

Acreditarase que o uso o que van ser destinadas as parcelas é coherente co planeamento urbanístico actual, mediante oficio asinado polo Secretario/a do Concello.

ANEXO Nº2: CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA E REPLANTEO

Establecerase unha rede de nivelación básica con cotas absolutas do Instituto Xeográfico Nacional e con referencias permanentes en toda a zona de proxecto.

Tendo como soporte devandita nivelación, realizarase un levantamento taquimétrico dunha franxa de terreo acorde coas necesidades dos trazados previstos e que, con carácter orientativo, será duns 50 metros nas zonas libres de edificación. Materializaranse no campo bases taquimétricas suficientes para permitir o replanteo das obras proxectadas, incluíndo no presente anexo a súa representación gráfica a escala axeitada.

Influirase fotografía de referencia da ubicación das bases.

Incluiranse todas as listaxes que definan a nivelación e o levantamento topográfico, utilizando sempre o sistema de coordenadas UTM.

ANEXO Nº3: XEOLOXÍA E XEOTECNIA

O proxecto incluírá un estudo xeolóxico-xeotécnico co obxecto de determinar as características do terreo en orde á elección do trazado, as seccións tipo de proxecto, e os procedementos construtivos para a execución das obras. Ademais, se é o caso, este anexo atenderá ao descrito no Anexo 20 da Instrucción EHE no relativo ao contido mínimo do Estudio Xeotécnico.

Campaña de campo:

Incluírá algunha das seguintes actividades:

- Análise da información existente sobre os terreos do trazado e a súa contorna.
- Realización de sondaxes mecánicas.
- Execución de sondaxes eléctricas.
- Obtención de perfís sísmicos.
- Execución de calicatas.
- Ensaio de permeabilidade.
- Outros ensaios "in situ".
- Realización de ensaios en laboratorio.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

O dimensionamento da campaña de campo e o programa de ensaios estableceranse en cada caso particular á vista das características específicas de cada proxecto.

Informe xeolóxico-xeotécnico:

Analizará os seguintes aspectos:

- Xeoloxía xeral da zona. Incluirá as características xeolóxicas xerais da zona e a descrición das grandes unidades estratigráficas.
- Descrición dos terreos atravesados e dos seus aspectos xeomorfolóxicos e xeotécnicos.
- Recomendacións e conclusións relativas aos seguintes aspectos:
 - Características dos materiais e sistemas construtivos para cada tramo.
 - Estabilidade das obras de terra dos distintos tramos.
 - Execución das gabias. Farase especial referencia aos sistemas de esgotamento e sostemento aconsellables así como ás características recomendables para os recheos e noiros.
 - Profundidades do nivel freático.
 - Cimentacións de tubaxes e estruturas.
 - Recomendacións para o proxecto e o procedemento construtivo en tramos especiais.
 - Recomendacións para o deseño e o procedemento construtivo dos cruces cos ríos.
 - Recomendacións para o deseño e o procedemento de execución dos cruces de estradas e ferrocarrís.
 - Agresividade dos terreos.

Coas conclusións e recomendacións obtidas no apartado anterior, estableceranse os procedementos construtivos en cada un dos tramos, que se estenderán a todos aqueles elementos auxiliares necesarios para a construción das obras.

Deberán considerarse con detalle os procedementos de sostemento das gabias dos distintos tramos, tendo en conta o tipo de terreo atravesado, o nivel freático, as características e o estado das cimentacións dos edificios lindeiros e calquera outro tipo de limitación construtiva, de modo que os seus custos queden reflectidos nos prezos e orzamentos do proxecto.

ANEXO Nº4: HIDROLOXÍA

O estudo hidrolóxico da zona realizarase de acordo ás necesidades desenvolvidas nas Series 1 das ITOHG.

Para realizar estudos relacionados coa garantía de subministración en obras de captacións atenderase ao escrito na ITOHG-ABA-1/6.

As bases e a filosofía de deseño dos sistemas de saneamento reflíctense na ITOHG-SAN-1/0. Nesta Instrución séntanse as bases de partida así como a definición dos períodos de retorno de cálculo.

En proxectos de saneamento, o estudo hidrolóxico conterà polo menos os seguintes apartados:

DATOS PLUVIOMÉTRICOS

Os datos pluviométricos necesarios para a realización do proxecto variarán en función da súa envergadura e tipoloxía.

Se no proxecto non se consideran técnicas de drenaxe urbano sostibles, coma depósitos de augas pluviais, as redes de sumidoiros deseñaranse co método simplificado ou completo a partir dunha choiva de proxecto. Para definir dita choiva aplicaranse o descrito nos apartados 3.1 e 3.2 da ITOHG-SAN-1/1.

Cando se deseñe TDUS pode ser necesario recorrer a simulacións anuais. Neste caso, a definición da pluviometría deberá atender ao recollido nas ITOHG-SAN-1/4 e 1/5, especialmente se no deseño destes dispositivos se contempla a modelización numérica (ver apartado 2.3.2 da SAN-1/5).

CÁLCULOS HIDROLÓXICOS

Para a realización dos cálculos relativos á transformación choiva-escorrentía atenderase ao recollido na ITOHG-

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

SAN-1/1. Nesta Instrución desenvólvese un método simplificado de cálculo en réxime permanente (apartado 3.1) e un método completo aplicable en calquera escenario de deseño coa axuda de ferramentas de simulación numérica (apartado 3.2).

En calquera caso, delimitaranse aquelas concas afectadas pola infraestrutura a proxectar sobre un plano a escala adecuada, de maneira que sexa posible obter os datos necesarios para o cálculo do caudal achegado.

Finalmente obterase un cadro resumo que indicará o número identificativo de cada conca, as súas características físicas, a intensidade máxima horaria e o caudal de cálculo para o dimensionamento da obra correspondente.

Este cadro incluirá, en caso de empregar o método simplificado, as seguintes características físicas:

- Superficie da conca ata o punto de control.
- Lonxitude da conca ata o punto de control.
- Diferenza de cotas entre cabeceira e punto de desaugadoiro.
- Pendente media da conca (%).
- Coeficiente de escorrentía.

En caso de empregar o método completo:

- Superficie e lonxitude de cada unha das concas.
- Pendente media de cada unha das concas (%).
- Coeficiente de Manning para zonas permeables e impermeables.
- Detención superficial para zonas permeables e impermeables.

ANEXO Nº5: MOVEMENTO DE TERRAS

OBXECTO

O obxecto do presente anexo é o de determinar o volume do movemento de terras (escavacións, recheos, etc.) co obxectivo de buscar o maior grao de compensación para minimizar os excedentes. Ademais, no presente anexo deberase xustificar o destino dos excedentes ben como material reutilizado (recheo de gabias, leiras, canteiras, etc.) ou ben xestionado como RESIDUO tal e como se reflicte no RD 105/2008 (vertedoiro ou xestor de residuos).

Finalmente este anexo debe servir para xustificar os prezos relacionados co movemento de terras que se incluírán na xustificación de prezos, cadros de prezos e orzamentos.

O prezo obterase por m³ e farase a partir de rendementos estimados e do custo dos medios necesarios.

VOLUME DE TERRAS E ROCHA, PAVIMENTOS E RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN E DEMOLICIÓN

En primeiro lugar, e en base aos perfís lonxitudinais e transversais do proxecto e o estudo xeotécnico, xustificaranse os volumes de material obtido na escavación e, en concreto, obteranse:

- o **Volume de terras:** separando o volume apto para recheo e o non apto.
- o **Volume de rocha:** separando o volume de rocha que pode ser reutilizado na obra.
- o **Volume de aglomerado, regas, formigóns, pavimentos en xeral:** que poidan considerarse residuos de construción e demolición de acordo ó RD 105/2008.

Indirectamente, da operación anterior obteranse os volumes máximos de rocha, terra e demais residuos de construción e demolición que deberán ser xestionados segundo o anexo de xestión de residuos, preceptivo segundo o RD 105/2008 (transporte a vertedoiro ou entrega a xestor autorizado).

COMPENSACIÓN DE TERRAS

Unha vez determinado o volume de escavación necesario e cuantificada a cantidade de material apto para o recheo indicárase o balance global do movemento de terras. As terras sobrantes reutilizaranse, levaranse ó lugar de emprego ou, de non ser posibles ningunha das opcións anteriores, consideraranse como residuos da construción. En todo caso consideraranse prezos unitarios que permitan valorar todas as opcións.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Volume necesario para recheo= Volume de escavación - tubaxe (ou estrutura) - recheo de area ou outro (se é o caso) - volume de reposición (se procede).

Volume dispoñible para recheo= Volume de escavación - material non apto

Balance Global= Volume necesario - Volume dispoñible.

Se o balance é positivo, non será preciso material de préstamo.

OBTENCIÓN DOS PREZOS DE ESCAVACIÓN E RECHEO

Como mínimo deben analizarse as seguintes unidades de movemento de terras salvo xustificación:

Escavación de gabias

- M³ escavación en terras e tránsito (considerarase este tipo de escavación sempre e cando non se precisen nin martelo, nin voaduras, nin morteiros expansivos) por medios mecánicos.
- M³ escavación en terras e tránsito con miniescavadora.
- M³ escavación en terras e tránsito manualmente.
- M³ escavación en rocha por medios mecánicos.
- M³ escavación en rocha por medio de voaduras ou morteiros expansivos.
- M³ material de préstamo a pé de obra.

Baleirados e terrapléns

- M³ escavación en terras e tránsito por medios mecánicos.
- M³ escavación en rocha por medios mecánicos.
- M³ escavación en rocha por medio de voaduras ou outros.
- M³ terraplén con material procedente da escavación.
- M³ terraplén con material de préstamos.

Con este criterio, no ML de conducción instalada incluírase o recheo da escavación ou préstamo compactado ata a cota de reposición se é o caso.

No "Apéndice nº3: Movemento de terras" móstrase un exemplo de cómo estimar os custos da escavación.

ANEXO Nº6: POBOACIÓN, DOTACIÓNS E CAUDAIS ASOCIADOS

O cálculo da poboación realizarase segundo os criterios establecidos na ITOHG-ABA-1/1.

O cálculo das dotacións para un sistema de abastecemento realizarase segundo ITOHG-ABA-1/1.

O cálculo das dotacións para un sistema de augas residuais realizarase segundo ITOHG-SAN-1/1.

ANEXO Nº7: ESTUDO DE ALTERNATIVAS

Comezase coa fase de recompilación e análise da información existente. O obxectivo desta fase será obter un coñecemento completo de toda a información existente susceptible de ser utilizada dunha ou outra forma na redacción do proxecto, de maneira que unha vez comezadas as labores de deseño non sexa necesario interrompelas por falta de datos, e por outra banda sexa posible planificar de antemán as campañas de investigación, tanto de campo como documental.

De xeito non exhaustivo, indícanse os seguintes aspectos que deben ser obxecto de investigación previa:

- Cartografía e planos dispoñibles, indicando a súa fonte, data de realización, obxecto para o que se realizou, zona cuberta, etc.
- Información urbanística.
- Datos censais, de poboación, industria, etc.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Infraestruturas de abastecemento, saneamento e/ou depuración: fontes de recurso, elementos de regulación (situación, capacidade, data de execución, estado, etc.) rede de transporte e distribución (planos da rede con indicación de diámetros, materiais, estado, elementos singulares, etc.), etc.
- Servizo de abastecemento, saneamento e / ou de depuración: número de usuarios, volumes de consumos, incluíndo series dispoñibles, previsións de evolución, caudais transportados e / ou tratados, etc.
- Redes de estradas e camiños, indicando matrícula e titularidade, redes de transporte e distribución de enerxía, comunicacións, etc.
- Caracterización do medio físico: orografía, xeoloxía, hidroloxía e hidroxeoloxía, identificación de chans e cultivos, erosionabilidade, inundabilidade.

Selección de Alternativas

Unha vez se dispoña de información e elementos de deseño suficientemente definidos, realizarase a selección da solución máis adecuada ás necesidades expostas (en orde a parámetros como trazado, materiais a empregar, tipo de proceso, funcionamento da infraestrutura, orzamentos estimados de investimento / explotación).

Os documentos que conterá o estudo de alternativas serán os seguintes:

Documento nº1: Memoria

Conterá en xeral o seguinte índice salvo que pola natureza da actuación non proceda algún dos apartados.

- Antecedentes e información previa.
- Estudo de poboación, caudais e contaminación.
- Climatoloxía e hidroloxía.
- Hidráulica.
- Xeoloxía e xeotecnia.
- Descrición das alternativas propostas. Cada alternativa deberá estar suficientemente xustificada, se procede mediante un somero cálculo hidrolóxico, hidráulico e estrutural.
- Recoñecemento e avaliación de reposicións e afeccións.
- Afeccións ambientais.
- Orzamento estimado de execución de cada alternativa.
- Valoración de alternativas. Valorarase non soamente o valor do investimento, senón tamén ao custo das expropiacións e afeccións, mantemento e funcionamento, incidencias ambientais, sociais, culturais, ...
- Proposición e maior definición da alternativa elixida, incluíndo unha estimación xustificada do prazo de execución.

Documento nº2: Planos

Incluíndo:

- Plano de planta das alternativas propostas.
- Seccións e alzados de cada alternativa estudada, se é necesario para a adecuada definición da mesma.
- Detalles (os mínimos e suficientes para comprender a actuación que se propón) soamente da alternativa proposta.

ANEXO Nº8: TRAZADO

O estudo de trazado realizarase tendo en conta as consideracións incluídas en ITOHG-SAN-1/2 e ITOHG-ABA-1/2.

A) TRAZADO EN PLANTA

- Esquema e descrición do trazado.
- Descrición cualitativa e cuantitativa da rede (tipo de rede, lonxitude, diámetro e material dos tubos).
- Descrición do resto de elementos do sistema. Estes elementos son os definidos en ITOHG-ABA-1/0 e ITOHG-SAN-1/0. Na descrición incluírase o material, diámetros, localización e calquera outro aspecto necesario para a súa completa definición.
- Separacións que se manterán con outros servizos así como separacións mínimas a fachadas, cimentacións ou outras instalacións subterráneas.

B) TRAZADO EN ALZADO

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Profundidades mínimas ás que se deban instalar as redes. No caso de que o recubrimento mínimo non se poida respectar indicárase a súa localización e as medidas a adoptar.
- Pendentes dos colectores.
- Cotas.
- Presións, se é o caso.

C) SECCIÓN TRANSVERSAL

Descrición da gabia: Se utilizarán as sección de gabia definidas na serie MAT 1/0, xustificándose a súa elección. En caso contrario se xustificará e definirá a gabia escollida, incluíndo:

- Profundidade e pendente dos noiros.
- Materiais de recheo da gabia e a súa disposición.
- Distancias entre os servizos.
- Reposición de firmes.

Ademais, prestarase especial atención ao correcto deseño dos accesos á obra, tanto para a fase de execución como para a de explotación da mesma.

ANEXO Nº9: CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Neste anexo incluírase un esquema da rede onde queden reflectidos todos os elementos necesarios para o completo cálculo da mesma. Cada elemento será denominado cunha referencia perfectamente identificable nos cálculos posteriores.

O cálculo das conducións realizarase segundo as metodoloxías expostas en ITOHG-ABA-1/3 ou en ITOHG-SAN-1/3.

Para redes de abastecemento comprobarase que as presións se atopan dentro dos valores de referencia establecidos en ITOHG-ABA-1/2 e en caso de non cumprimento xustificárase adecuadamente.

Para redes de saneamento e pluviais comprobarase o cumprimento de velocidades máximas e mínimas establecidas en ITOHG-SAN-1/3 e en caso de non cumprimento xustificárase adecuadamente.

O cálculo de bombeos e impulsións realizarase segundo as consideracións establecidas en ITOHG-ABA-1/4 ou en ITOHG-SAN-1/6.

O cálculo da capacidade e cota de depósitos realizarase segundo as consideracións establecidas en ITOHG-ABA-1/5.

Para o cálculo de depósitos en sistemas unitarios seguiranse as indicacións incluídas na ITOHG-SAN-1/5.

ANEXO Nº10. CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCCIÓN

Para a realización dos cálculos mecánicos empregaranse os criterios expostos na Serie ITOHG-MAT, relativa aos materiais das conducións de abastecemento e saneamento.

ANEXO Nº11. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE EQUIPOS E ELEMENTOS SINGULARES

Neste anexo presentarase as características técnicas dos equipos, valvulería e outros elementos singulares da obra. Presentarase unha relación destes elementos e unhas fichas resumo individualizadas para os mesmos (características principais e funcionais, recubrimentos, características de parafusería, aloxamentos, bridas, etc.).

Así mesmo, e co gallo de mellorar a calidade global da infraestrutura, procurarase que os elementos similares teñan uniformidade de fabricante.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

ANEXO Nº12. CÁLCULOS ESTRUTURAI

Neste anexo presentarase o cálculo da resistencia estrutural daqueles elementos non normalizados nas ITOHG. Débese realizar o cálculo tanto das estruturas de carácter permanente como daquelas de carácter provisional e/ou auxiliar necesarias para a correcta posta en obra do proxecto (lastres, macizos de ancoraxe, macizos de apoio para probas de carga das redes de abastecemento, etc.).

Ao comezo dos cálculos describiranse as accións consideradas, con especial referencia aos efectos sísmicos e coeficientes adoptados. Deberán realizarse igualmente consideracións referentes aos materiais e ás condicións esixibles para garantir a súa durabilidade (resistencia mínimas, recubrimentos das armaduras, contidos de auga e cemento, etc.).

Indicarase o método de cálculo empregado (teorías de primeiro e segundo orde, elementos finitos, emparrillado, etc.) para cada un dos elementos estruturais: elementos horizontais, verticais e cimentacións. Así como as simplificacións feitas para adaptala ao modelo elixido e simular o seu comportamento baixo as distintas accións consideradas.

Incluirase un cadro coas hipóteses de carga consideradas e as súas combinacións ponderadas, e un resumo por elemento no que figuren as seccións críticas de armado e a combinación máis desfavorable coa que se fixo, así como o tipo de esforzo para o que se arma.

Xustificarase debidamente a estabilidade das estruturas nas situacións máis desfavorables, garantindo a súa seguridade fronte ao deslizamento, envorco, afundimento do cimento, tensións e deformacións admisibles. Detallaranse as accións a resistir, para o que se deberán considerar as hipóteses pertinentes referentes ao terreo, a posibilidade de saturación por auga, e os parámetros do mesmo que permitan a determinación de empuxes e rozamentos estrutura - recheo. Os parámetros relativos ás características do terreo débense extraer do anexo nº3 de xeoloxía e xeotécnica.

Para o dimensionamento e comprobación dos distintos elementos estruturais teranse en conta as prescricións da "INSTRUCCIÓN DE FORMIGÓN ESTRUTURAL" (EHE), ou disposición que a substitúa, vixentes no momento de redacción do proxecto, así como calquera outra norma que afecte á tipoloxía ou os elementos utilizados nas estruturas.

ANEXO Nº13. SUBMINISTRACIÓN DE SERVIZOS

Este anexo servirá para procurar a contratación dos servizos precisos para o correcto funcionamento das obras.

Neste anexo incluíranse os cálculos necesarios para poder xustificar a potencia eléctrica e as instalacións para o correcto funcionamento das instalacións proxectadas. Ademais, neste anexo articularase a correspondente provisión de servizos valorada pola compañía de subministración eléctrica. Esta valoración debe reflectirse no orzamento do proxecto.

No "Apéndice nº 6: Procedemento de execución e posta en servizo das instalacións eléctricas", recóllese de forma detallada o procedemento a seguir na redacción e execución do proxecto.

ANEXO Nº14. INSTRUMENTACIÓN E CONTROL

Para a definición dos equipos de instrumentación e control seguiranse as indicacións incluídas na ITOHG-ABA-2/1 ou na ITOHG-SAN-2/4. O anexo contará ademais con todos os elementos necesarios para a correcta descrición, instalación, valoración e posta en funcionamento destes equipos (planos, descrición dos equipos, esbozos da instalación, fichas de programación, etc.).

ANEXO Nº15. REPOSICIÓN DE SERVIZOS AFECTADOS E COORDINACIÓN CON OUTROS ORGANISMOS

Débense estudar con detalle os servizos afectados analizando as posibilidades de reposición. Reporanse todos aqueles servizos e servidumes afectados pola execución das obras (p. ex. redes de BT, alumado, telefonía, gas, ...) incluíndo a definición exacta das distintas unidades de obra a empregar e a súa valoración correspondente.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Incluiranse as comunicacións coas empresas de servizos afectadas pola execución das obras.

Analizaranse as posibles afeccións a outras Administración e /ou Organismos segundo as indicacións realizadas en ITOHG-ABA-1/2 ou en ITOHG-SAN-1/2.

En caso de detectarse afección incluírase no proxecto a documentación necesaria para realizar a consulta e, no presente anexo, unha copia da solicitude de ocupación cursada ante o organismo competente.

ANEXO Nº16 ESTUDO AMBIENTAL, MEDIDAS CORRECTORAS E PROCEDEMENTOS DE TRAMITACIÓN

O obxectivo deste anexo é dobre, por un lado débese identificar a necesidade de someter ó proxecto a algún tipo de tramitación ambiental segundo a legislación vixente, en tal caso deberá redactarse o documento ambiental que sexa preciso. Por outra banda preténdese incluír en tódolos proxectos unha memoria ambiental de referencia na que se desenvolvan as obras, incluíndose a partida orzamentaria para a levar a cabo as medidas de protección, corrección e seguimento ambiental.

No "Apéndice nº4: Estudo ambiental, medidas correctoras e procedementos de tramitación" defínense as bases para a elaboración do documento ambiental anteriormente mencionado.

ANEXO Nº17. ESTUDO DE XESTIÓN DE RESIDUOS

En cumprimento do Real Decreto 105/2008, do 1 de febreiro, polo que se regula a produción e xestión dos residuos de construción e demolición, xustificárase a aplicación de devandito Decreto ás obras descritas no proxecto. En caso de estar incluído dentro do ámbito de aplicación do mesmo redactárase un estudo de xestión de residuos segundo as indicacións establecidas no artigo 4.

Atendendo ao contido mínimo que ha de ter o estudo, segundo o RD 105/2008, propónse un posible índice do mesmo e os aspectos a incluír:

1) INTRODUCCIÓN

Incluírase a xustificación da necesidade de redacción do estudo de xestión de residuos e unha referencia á normativa aplicable.

2) ESTIMACIÓN DA CANTIDADE DE RESIDUOS XERADOS

Unha estimación da cantidade, expresada en T e en m³, dos residuos de construción e demolición que se xerarán na obra, codificados con arranxo á lista europea de residuos (Orde MAM/304/2002). Nesta estimación deberanse incorporar, se procede, os materiais considerados como residuos no anexo 5 de movemento de terras.

Para iso será necesario identificar as actividades xeradoras de residuos de construción e demolición e estimar a cantidade de residuos a xerar en función das medicións de obra. Incluírase unha táboa cos seguintes conceptos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Grupo	CÓDIGO LER	Descrición residuo	Actividade que xera o residuo	Cantidade estimada		Densidade considerada (T/m ³)
				Tm	m ³	
17 01 Formigón, ladrillos, tellas e materiais cerámicos	170101	Formigón				2.40
	170102	Ladrillos				1,0-1,8
	170103	Tellas e materiais cerámicos				1.00
	170107	Mestura de formigón, ladrillos, tellas e materiais cerámicos				2.00
17 02 Madeira, vidro e plástico	170201	Madeira				0,6-0,8
	170203	Vidro				2,5-2,6
	170203	Plástico				0,90-1,65
17 03 Misturas bituminosas, alquitrán de hulla e outros produtos alquitrados	170302	Misturas bituminosas				1,05-1,3
17 04 Metais	170405	Ferro e aceiro				7.85
	170402	Aluminio				2.70
17 06 Materiais de illamento e materiais de construción que conteñen amianto	170605	Materiais de construción que conteñen amianto				2.00
17 09 Outros residuos de construción e demolición	170904	Residuos misturados de construción e demolición distintos dos especificados nos códigos 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03				1.10
13 02 Residuos de aceites de motor, de transmisión mecánica e lubricantes	130206	Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica e lubricantes				0.92
15 01 Envases	150101	Envases de papel e cartón				0.30
	150110	Envases que conteñen restos de substancias perigosas ou están contaminados por éstas				0,3-2,0
20 03 Outros residuos municipais	200301	Mistura de residuos municipais				0.60

O Real Decreto esixe estimar a cantidade en Tm e en m³. Para realizar esta estimación empregaranse os valores de densidades recollidos na táboa (non é exhaustiva).

Hai que ter en conta que, de acordo coa definición do RD 105/2008, considérase "Residuo de Construción e Demolición: calquera sustancia ou obxecto que, cumprindo a definición de "Residuo" incluída no artigo 3.a) da Lei 10/1998, do 21 de Abril, xérese nunha obra de construción ou demolición". Segundo isto, os residuos xerados en actividades accesorias, como mantemento de maquinaria, instalacións de seguridade e saúde, etc, tamén deberán ser considerados a efectos deste estudo.

É importante ter en conta especialmente a posibilidade de xeración de residuos perigosos, como é o caso dalgunhas tubaxes de fibrocemento (a maior parte das tubaxes antigas de fibrocemento conteñen amianto e son consideradas residuos perigosos, polo que deberán de ser xestionadas como tales.

En caso de ser necesario, por exemplo, proceder á demolición e retirada de tubaxes de fibrocemento, hai que ter en conta ademais que pode ser de aplicación o RD 396/2006, do 31 de marzo, polo que se establecen as disposicións mínimas de seguridade e saúde aplicables aos traballos con risco de exposición ao amianto.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

3) MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Especificaranse as medidas a empregar en obra para a prevención da xeración de residuos, en base á identificación das actividades xeradoras de residuos realizada anteriormente.

4) XESTIÓN DOS RESIDUOS XERADOS

Especificaranse as operacións de reutilización, valorización ou eliminación a que se destinarán cada un dos residuos xerados.

Incluirase unha listaxe dos xestores autorizados para cada tipo de residuos próximos á obra, que permitirá definir as posibilidades de tratamento de cada tipo de residuos e os custos asociados, incluíndo o transporte. A listaxe de xestores autorizados pódese obter do SIRGA (Sistema de Información de Residuos de Galicia).

5) MEDIDAS PARA A SEPARACIÓN DOS RESIDUOS EN OBRA

Especificaranse as medidas para a separación dos residuos en obra (existe obrigación de separación en fraccións dos residuos de construción e demolición cando se superen certas cantidades, segundo o Real Decreto). En caso de ser necesaria a separación haberá que prever a localización dos distintos contedores en obra.

Se está prevista a xeración de residuos perigosos, estes han de rexerse pola súa normativa específica, e sempre terán que ser almacenados por separado.

6) PRESCRICIÓNES TÉCNICAS

As prescricións para o almacenamento, manexo, separación e outras operacións de xestión dos residuos xerados, que deberán ser incorporadas tamén no prego de prescricións do proxecto.

7) VALORACIÓN ECONÓMICA

Unha valoración do custo previsto da xestión dos residuos de construción e demolición, que formará parte do orzamento do proxecto en capítulo independente. Para iso será necesario obter as tarifas dos xestores autorizados máis próximos identificados anteriormente e aplicarlas ás cantidades que se estima producir de cada tipo de residuo, sen esquecer os custos de transporte.

APÉNDICE. PLANOS DE INSTALACIÓNS

Os planos das instalacións previstas para o almacenamento, manexo, separación, e, no seu caso, outras operacións de xestión dos residuos de construción e demolición dentro da obra.

ANEXO Nº18 EXPROIACIÓN E DISPOÑIBILIDADE DE TERREOS

Neste anexo incluírase a seguinte información:

- Unha identificación das parcelas afectadas pola obra. Esta identificación realizarase nun plano de parcelario.
- Unha listaxe no que se inclúa a identificación e número de cada parcela, a superficie total e ocupada da mesma.
- Se procede, realizarase unha única valoración económica global para o total de superficies afectadas pola obra.
- No caso de que o proxecto sexa tramitado mediante o Decreto 84/1997 de colaboración técnica e financeira da Administración Hidráulica de Galicia coas entidades locais, en materia de abastecemento e

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

saneamento de augas, incluírase o documento do organismo local informando “sobre os terreos apropiados para a localización das instalacións obxecto da solicitude e a súa dispoñibilidade”, xuntando copia da propiedade no seu caso ou compriso dos propietarios dos terreos, como se indica no artigo 6, apartado 2 - c do devandito Decreto.

Indicarase ademais a ocupación que se realizará de forma temporal, durante a fase de obra, e a ocupación permanente, unha vez que estea en explotación.

ANEXO Nº19 ESTUDO DE SEGURIDADE E SAÚDE

O obxectivo deste anexo é dar cumprimento ó RD 1627/97 de disposicións mínimas de seguridade e saúde nas obras de construción mediante a introdución dun estudo de seguridade e saúde, que poderá ser básico naqueles casos que estableza a Lei ou as exixencias da AHG (prazo de execución das obras superior a catro meses). Así mesmo preténdese incluír no proxecto un orzamento axeitado.

No “Apéndice nº5: Estudo de seguridade e saúde” establécense as exixencias e contidos que debe recoller o estudo.

ANEXO Nº20 PLAN DE OBRAS

Incluírase un plan de obras facendo constar o seu carácter indicativo.

ANEXO Nº21 PLAN DE CONTROL DE CALIDADE

Incluírase un plan de control de calidade no que se fará unha relación de tódalas probas e ensaios a realizar sobre os materiais e unidades de obra de acordo co establecido na normativa vixente e nas ITOHG correspondentes.

Ó final deste anexo presentarase unha relación co número de probas a realizar atendendo á especificidade das obras e valoraranse as mesmas segundo a base de prezos de ALAGAL para ter unha orde de magnitude do seu custo.

ANEXO Nº22 REMATE E TERMINACIÓN DAS OBRAS

Incluírase unha partida alzada de abono íntegro dunha contía do PEM que determinará o director do proxecto, para remate e terminación das obras.

ANEXO Nº23 XUSTIFICACIÓN DE PREZOS

No anexo de xustificación de prezos incluírase:

- Xustificación do custo da man de obra.
- Xustificación da aplicación da porcentaxe de custos indirectos (CI). Salvo que se realice unha xustificación adecuada, adoptarase unha porcentaxe do 6% para os CI.
- Listaxe de prezos unitarios, dividido en prezos de man de obra, materiais e maquinaria. Cada prezo unitario identificarase por unha clave alfanumérica.
- Listaxe de prezos auxiliares. Cada prezo auxiliar identificarase por unha clave alfanumérica que se corresponderá con prego e orzamentos.
- Listaxe de prezos descompostos. Cada prezo incluírase unha sola vez, outorgaráselle a cada unidade unha clave alfanumérica que se corresponderá con prego e orzamentos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

ANEXO Nº24 ORZAMENTO PARA COÑECEMENTO DA ADMINISTRACIÓN

Elaborarase un cadro resumo de orzamentos que incluírá os seguintes conceptos:

- Orzamento de execución material (PEM).
- Orzamento base de licitación (PBL).
- Orzamento estimativo para expropiacións.
- Orzamento para coñecemento da Administración, que se obterá como a suma do PBL e o orzamento estimativo para expropiacións.

ANEXO Nº25 CLASIFICACIÓN DO CONTRATISTA

En cumprimento da lexislación vixente, proporase a clasificación do contratista e a categoría do contrato correspondente ás características das obras proxectadas.

Dita proposta de clasificación deberá ser xustificada, polo que se incluírán os cálculos efectuados para alcanzar a mesma, considerando o importe de cada unha das partes da obra, porcentaxe de cada parte con respecto ao total, o seu tempo de execución previsto de acordo ao que indique no seu programa de traballos, a anualidade media resultante e finalmente a clasificación do contratista.

ANEXO Nº26 FÓRMULA DE REVISIÓN DE PREZOS

En cumprimento da lexislación vixente (art 77.1 Lei 30/07) proporase e xustificarse a fórmula de revisión de prezos en tódolos casos.

ANEXO Nº27 REPORTAXE FOTOGRÁFICA

Reportaxe fotográfica referenciando as fotografías á planta de trazado.

ANEXO Nº28 FICHA RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO PROXECTO

Incluírase cuberta unha ficha que resuma as características principais do proxecto, como a que se recolle no apéndice nº1.

ANEXO Nº29 FICHA DE SUPERVISIÓN

Incluírase cuberta unha ficha como a que se mostra no apéndice nº2 coas especificacións pertinentes.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

2.- DOCUMENTO Nº2: PLANOS

Os planos deberán ir asinados polo autor do proxecto e, no seu caso, polo especialista responsable.

Utilizarase a modo indicativo a seguinte numeración:

0. Plano resumo. Para a súa elaboración atenderase ao recollido no Apéndice 7.
1. Plano de situación, acceso e índice. As escalas adecuadas considéranse 1:25.000 e 1:50.000.
2. Situación actual. A escala poderase adaptar á xeometría das obras. Considérase unha escala adecuada 1:5.000.
3. Planta xeral e distribución de minutas.
4. Liña piezométrica. Representarase a liña piezométrica nos depósitos de tormenta e as súas zonas de afección.
5. Planta e perfil lonxitudinal das conducións. Realizarase a EH=1:1.000 e EV=1:200. En cada plano incluírase planta e perfil lonxitudinal coa súa correspondente guitarra.
6. Seccións tipo e/ou perfís transversais.
7. Estruturas, no que se incluírán os planos de definición xeométrica, os planos de armaduras e os planos de detalles.
8. Equipos electromecánicos, incluíndose planta e perfil dos mesmos. Escala recomendada E=1:50.
9. Instalacións e equipos de telecontrol. Nestes planos incluíranse, entre outros, as drenaxes, canalizacións internas, cadro de replanteo de cables, acometidas, etc.
10. Urbanización.
11. Obras complementarias.
12. Accesos. Incluíranse plantas, perfís lonxitudinais, perfís transversais e seccións tipo dos novos accesos a executar.
13. Servizos afectados e reposicións.
14. Detalles construtivos. Incluíranse detalles á escala adecuada dos elementos complementarios (tipo e singulares) das redes: arquetas, ancoraxes, pozos de rexistro, valvulería, etc.

Incluíranse sempre as coordenadas UTM dos elementos que definan o proxecto (parcelas EDAR, ...).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

3.- DOCUMENTO Nº3: PREGO DE PRESCRIPCIÓNs TÉCNICAS PARTICULARES

Este documento recollerá unicamente condicións de tipo técnico ou técnico-económicas.

Cada unidade de obra e prezo auxiliar identificarase cunha clave alfanumérica e unha denominación breve, que se corresponderá clara e inequivocamente co orzamento, cadros de prezos e anexo de xustificación de prezos. Cada un deles será definido en canto a:

1. Condicións xerais e de relación co contratista.
2. Normativa de aplicación para execución e control.
3. Características dos materiais, con anotacións dos valores máximos e mínimos.
4. Condicións da execución ou proceso construtivo.
5. Tolerancias e condicións de aceptación, rexeitamento ou penalización dos materiais e unidades de obra.
6. Forma de medición e abono das unidades de obra e das partidas alzadas.

No prego estableceranse o prazo de execución (que debe coincidir co expresado na memoria) e o prazo de garantía, e precisaranse as normas e probas específicas para as recepcións.

Como norma xeral as especificacións técnicas non mencionarán produtos dunha fabricación ou procedencia determinada. Cando non sexa posible ofrecer unha descrición suficientemente precisa e intelixible, poderán indicarse marcas, licenzas ou tipos, sempre acompañados da mención "ou equivalente".

Dos seis puntos anteriores que debe conter cada unidade de obra, só haberá que incluír aqueles que as normas ou instrucións xerais non definan, citándose sempre os artigos concretos, así como as modificacións aos mesmos que desexe incluír o proxectista.

Establecerase a orde de relación dos distintos documentos do proxecto para casos de contradicións, dúbidas ou discrepancias entre eles. A menos que se xustifique o contrario, a orde establecida será a seguinte:

1. Orzamentos.
2. Planos.
3. Prego de prescripcións técnicas particulares.
4. Memoria.

O prego de prescripcións técnicas particulares conterá, así mesmo, a relación de normas e disposicións obrigatorias que sexan de aplicación e as que deban observarse con carácter xeral para a execución das obras. A relación de normativa xerarquizarase pola súa relación directa ou complementaria así como sectores ou ámbitos de aplicación.

Deberanse explicitar as seguintes especificacións especiais:

- A conservación dos accesos durante a execución das obras correrá a cargo do contratista.
- A escavación dividirase segundo o grao de escavabilidade do terreo, definidos no anexo xeotécnico. Incluirase unha partida para cada grao de escavabilidade, segundo ó indicado no Anexo nº5: Movemento de terras.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

4.- DOCUMENTO Nº4: ORZAMENTO

Os capítulos deste documento serán os seguintes:

- Medicións.
- Cadros de prezos.
- Orzamento.

Medicións

Nas medicións incluíranse todos aqueles datos necesarios para que a supervisión poida facerse sen medir sobre os planos ou ficheiros de debuxo.

Incluírase neste capítulo un apartado denominado “medicións auxiliares”, onde se incluírán todas aquelas unidades de obras con listaxes de medicións excesivamente longos.

Cadros de prezos

Composto polo cadro de prezos nº1 e o cadro de prezos nº2.

No cadro de prezos nº1 expresaranse en número e en letra cada unha das unidades de obra.

No cadro de prezos nº2 descomporanse as unidades de obra nos seguintes apartados:

- Man de obra.
- Maquinaria.
- Materiais.
- Varios.
- Custos indirectos.

Orzamentos Parciais

Estableceranse devanditos orzamentos parciais de acordo coas unidades de actuación significativas do proxecto.

Cada unidade de actuación desglosarase por subcapítulos (movemento de terras, estrutura, equipos, ...).

O capítulo de orzamentos parciais conterá ademais os seguintes capítulos:

- Orzamento de medidas preventivas e correctoras, xustificadas no anexo de Estudo Ambiental.
- Orzamento para seguridade e saúde.
- Orzamento para xestión de residuos de construción.

Partidas alzadas de abono íntegro

O uso das partidas alzadas de abono íntegro só se fará para determinadas unidades de obra auxiliares cun custo que poida depender, en xeral, dun proceso construtivo e este, dos medios que o contratista poida dispor. En calquera caso as partidas alzadas de abono íntegro haberanse de xustificar no anexo de xustificación de prezos do proxecto, determinando un prezo razoable a partir dun certo proceso construtivo igualmente razoable. Se posteriormente os medios ou o enxeño do contratista adxudicatario permítenlle ofrecer, como construtor, unha solución que, previamente xustificada e aceptada pola dirección de obra, supuxéselle algún tipo de vantaxe, ese é o seu oficio e beneficio.

As partidas alzadas de abono íntegro teñen sentido e non supón dúbida respecto do prezo pechado, se se utilizan aos efectos referidos.

Partidas alzadas a xustificar

As partidas alzadas a xustificar utilizaranse só cando por razóns debidamente xustificadas de imposibilidade de

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

medición dunha determinada parte da obra, sexa necesario esperar á execución da mesma para proceder á súa valoración.

As partidas alzadas a xustificar quedan fóra do concepto do prezo pechado, ata que a súa medición se concrete.

Como no caso anterior, nun proxecto correctamente realizado, débese xustificar o valor destas partidas no anexo de xustificación de prezos, e aínda que será de forma aproximada no que fai ás medicións, o será de forma precisa en canto ás unidades de obra a utilizar. Devanditas unidades de obra estarán totalmente definidas no anexo de xustificación de prezos e no cadro de prezos do proxecto.

Con iso quedará establecida claramente cal é a forma en que posteriormente se haberá de concretar a medición e consecuentemente pechar o seu importe. No prego de condicións haberanse de relacionar as unidades de obra que comporán a partida.

As "Partidas alzadas a xustificar segundo o cadro de prezos para" constitúen realmente un artificio como consecuencia dun defecto de información do proxecto e en definitiva nun bo proxecto non deberían existir.

A contía total de todas as partidas alzadas a xustificar do proxecto non poderá exceder o 5% do orzamento de execución material do mesmo.

Orzamento Xeral

O orzamento xeral comporase dos seguintes orzamentos:

- Orzamento de execución material (PEM), que incluíra os orzamentos parciais descritos anteriormente.
- Orzamento de execución por contrata antes de impostos. Calcularase como o incremento do PEM nun 19%; un 13 % debido a Gastos Xerais e un 6 % debido ao Beneficio Industrial.
- Orzamento base de licitación (PBL), calculado como o orzamento de execución por contrata antes de impostos incrementado nun 16%, porcentaxe correspondente ao IVE.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

CEDEX (2006). *Recomendaciones para tuberías de hormigón armado en redes de saneamiento y drenaje*. Ministerio de Fomento (España).

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Ministerio de Fomento (España).

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano*. Ministerio de Fomento (España).

CYII (1995). *Normas para el abastecimiento de aguas*. Canal de Isabel II.

CYII (2006). *Normas para redes de saneamiento*. Canal de Isabel II.

EGMASA (2006). *Pliego de prescripciones técnicas generales para la redacción de proyectos de obras hidráulicas*. Empresa de Gestión Medioambiental. Junta de Andalucía.

APÉNDICES

APÉNDICE Nº 1: FICHA RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO PROXECTO

APÉNDICE Nº 2: FICHA DE SUPERVISIÓN

APÉNDICE Nº 3: MOVEMENTO DE TERRAS

APÉNDICE Nº 4: ESTUDO AMBIENTAL, MEDIDAS CORRECTORAS E PROCEDEMENTOS DE TRAMITACIÓN

APÉNDICE Nº 5: ESTUDO DE SEGURIDADE E SAÚDE

APÉNDICE Nº 6: PROCEDEMENTO DE EXECUCIÓN E POSTA EN SERVIZO DAS INSTALACIÓNS ELÉCTRICAS

APÉNDICE Nº 7: NORMALIZACIÓN DA DOCUMENTACIÓN EN FORMATO DIXITAL NOS PROXECTOS DE CONSTRUCCIÓN

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

APÉNDICE Nº 1: FICHA RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO PROXECTO

TÍTULO:

CLAVE:

AUTOR:

DIRECTOR:

DATA REDACCIÓN:

PRAZO DE REDACCIÓN:

ORZAMENTO DE EXECUCIÓN POR CONTRATA (SEN IVE):

ORZAMENTO DE EXECUCIÓN POR CONTRATA (CON IVE):

TIPOLOXÍA DA REDE EXISTENTE: (Tipo: saneamento, abastecemento, pluviais, unitaria; materiais; diámetros)

TIPOLOXÍA DA REDE PROXECTADA (Tipo: saneamento, abastecemento, pluviais, unitaria; materiais; diámetros)

DESCRIPCIÓN DA REDE PROXECTADA (Ramales principais, secundarios, lonxitudes, diámetros, materiais, habitantes servidos)

OUTROS ELEMENTOS: (Pozos de bombeo, depósitos, ETAPS, tanques de retención, EDAR, ...)

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

**EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS**

APÉNDICE Nº 2: FICHA DE SUPERVISIÓN

	SI / NON	OBSERVACIÓNS
ESTRUTURA XERAL		
Memoria e anexos		
Planos		
Pliego		
Presupuesto		
FIRMAS		
Memoria		
Anexo de xeoloxía e xeotecnia (técnico competente)		
Anexo de cálculos estruturais		
Anexo de subministración eléctrica e cálculos electromecánicos		
Estudo de seguridade e saúde (memoria, planos, prego, cadros de prezos e orzamentos)		
Planos		
Prego		
Orzamento		
Cadro de prezos nº1		
Cadro de prezos nº2		
Orzamento de execución material		
Orzamento antes de impostos		
Orzamento de execución por contrata		
MEMORIA		
Antecedentes		
Obxecto do proxecto		
Descrición da situación actual		
Necesidades a satisfacer		
Descrición e xustificación das obras proxectadas		
Estudo xeolóxico - xeotécnico		
Servizos afectados, dispoñibilidade de terreos e coordinación con outras administracións		
Estudo ambiental, medidas correctoras e tramitación ambiental		
Estudo de xestión de residuos de construción e demolición		
Estudo de seguridade e Saúde		
Plan de obras		
Prazo de execución das obras e prazo de garantía		
Clasificación do contratista		
Revisión de prezos		
Resumo de orzamentos		
Declaración de obra completa ou fraccionada		
Normativa aplicable		
Relación de documentos que integran o proxecto		
Consideracións finais		
ANEXOS A MEMORIA		
Anexo nº0: Estudio Informativo		
Antecedentes administrativos		
Estudo de alternativas		
Servizos afectados, reposicións e coordinación con outros organismos		
Estudo ambiental		
Expropiación e dispoñibilidade de terreos		
Anexo nº1: Antecedentes administrativos.		
Planeamento municipal		
Anexo nº2: Cartografía, topografía e replanteo		
Nivelación		
Levantamento taquimétrico		
Listaxes		
Anexo nº3: Xeoloxía e xeotecnia.		
Campaña de campo		Tipo:
Estudo xeolóxico-xeotécnico		
Estabilidade das obras de terra por tramos		
Recomendacións sobre a execución de gabias (esgotamento, recheos, noiros)		
Identificación do nivel freático		
Recomendacións sobre cimentacións		
Anexo nº4: Hidroloxía.		
Datos pluviométricos segundo ITOHG		
Cálculos hidrolóxicos segundo ITOHG		
Anexo nº5: Movemento de terras		
Identificación dos volumes de terra, rocha, pavements e residuos		
Compensación de terras		
Estudo de prezos		
Anexo nº6: Poboación e dotacións		
Cálculo poboación segundo ITOHG		
Cálculo dotacións segundo ITOHG		
Anexo nº7: Estudo de alternativas		
Memoria		
Planos		
Orzamento		
Anexo nº8: Trazado		
Trazado en planta		
Esquema do trazado		
Descrición da rede e dos elementos do sistema		
Definición das separacións con servizos e fachadas		
Trazado en alzado		
Sección transversal		
Anexo nº9: Cálculos hidráulicos		
Esquema da rede		
Cálculo da rede		
Cálculo de bombeos		
Cálculo de depósitos		
Cálculo de sistemas unitarios		

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Anexo nº10: Cálculos mecánicos de conducións		
Cálculos mecánicos		
Anexo nº11: Características técnicas de equipos e elementos singulares		
Fichas resumo coas características dos equipos		
Anexo nº12: Cálculos estruturais		
Cálculo de macizos de ancoraxe, lastres, macizos de apoio		
Cálculo doutros elementos distintos dos anteriores		
Anexo nº13: Subministración de servizos		
Instalacións eléctricas		
Solicitude de subministración á empresa subministradora		Tipo:
Proxecto de execución / memoria técnica de deseño		
Anexo nº14: Instrumentación e control		
Definición dos equipos		
Anexo nº15: Reposición de servizos afectados e coordinación con outros organismos		
Servizos afectados		
Afección a dominio público		Identificación:
Dominio público hidráulico		
Estradas		
Ferrocarrís		
Costas		
Portos		
Outros		Identificación:
Anexo nº16: Estudo ambiental, medidas correctoras e procedementos de tramitación		
Cumprimento RDL 1/2008:		
Proxecto incluído no Anexo I		
Proxecto incluído no Anexo II		
Proxecto que afecta a Red Natura 2000		
Cumprimento Decreto 133/2006		
Proxecto incluído no Anexo I		
Proxecto incluído no Anexo III		
Documento ambiental		
Anexo nº17: Estudo de xestión de residuos		
Anexo nº18: Expropiación e dispoñibilidade de terreos		
Plano parcelario		
Listaxe identificativa de parcelas		
Valoración global		
Compromiso dos propietarios		
Anexo nº19: Estudo de seguridade e saúde		
Estudo completo de Seguridade e Saúde		
Memoria		
Planos		
Prego		
Orzamento		
Estudo Básico de Seguridade e Saúde		
Anexo nº20: Plan de obras		
Plan de obras		
Anexo nº21: Plan de control de calidade		
Plan de control de calidade		
Anexo nº22: Remate e terminación das obras		
Porcentaxe de custos aplicada		
Anexo nº23: Xustificación de prezos		
Porcentaxe CI aplicada		
Listaxe de prezos unitarios		
Listaxe de prezos auxiliares		
Listaxe de prezos descompostos		
Anexo nº24: Orzamento para coñecemento da administración		
Orzamento para coñecemento da administración		
Anexo nº25: Clasificación do contratista		
Clasificación do contratista		
Anexo nº26: Fórmula de revisión de prezos		
Fórmula de revisión de prezos		
Anexo nº27: Reportaxe fotográfico		
PLANOS		
Plano resumo		
Situación e índice		
Situación actual		
Planta xeral e distribución de minutas		
Liña piezométrica		
Planta e perfil lonxitudinal		
Seccións tipo / perfís transversais		
Estruturas		
Equipos electromecánicos		
Instalacións e equipos de telecontrol		
Planta e perfil lonxitudinal		
Seccións tipo / perfís transversais		
Urbanización		
Obras complementarias		
Accesos		
Servizos afectados		
Detalles construtivos		
PREGO		
Identificación e definición de cada unidade de obra		
Relación de prelación dos documentos		
Especificacións especiais		
ORZAMENTO		
Medicións		
Cadro de prezos nº1		
Cadro de prezos nº2		
Orzamento execución por contrata		
Capítulo Seguridade e Saúde		Porcentaxe:
Capítulo xestión de residuos		Porcentaxe:
Partida para Seguridade e Saúde		Porcentaxe:
Partida para limpeza e terminación de obra		Porcentaxe:
Partida para conexión coas redes existentes		
Orzamento execución por contrata antes de impostos		
Orzamento base de licitación		

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

**EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS**

APÉNDICE Nº 3: MOVEMENTO DE TERRAS

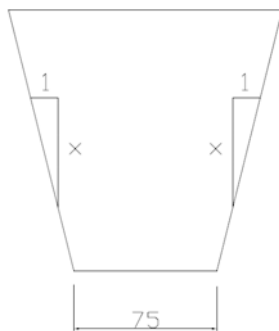
EXEMPLO DE ESTIMACIÓN DOS CUSTOS DA ESCAVACIÓN

Datos de partida

- Saneamento PVC Φ 315, L=1.300 m.
- Segundo o perfil lonxitudinal e o estudo xeotécnico distínguense 4 tramos. As características de cada un deles recóllense na seguinte táboa.

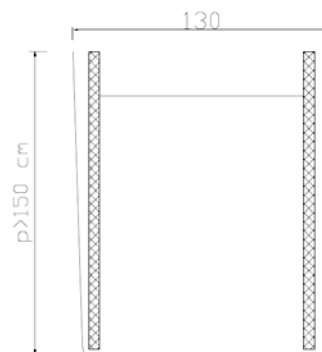
Tramo	Lonxitude	Profundidade media	Tipo terreo/escavación
A	600 m	1,80 m	Tránsito ou terra
B	200 m	1,30 m	Tránsito ou terra mediante minirretro
C	100 m	1,30 m	Rocha mediante mini
D	400 m	1,50 m	Rocha mediante martelo

- Do estudo xeotécnico obtense tamén que:
 - Nos tramos A e D, a potencia da terra vexetal é de 20 cm.
 - Nos tramos B e C hai un pavimento de HM-20 de 20 cm.
- Seccións tipo:
 - Segundo a ITOHG-MAT-1/0 (seccións tipo) o ancho mínimo na soleira da gabia sería de $0,315 + 0,4 = 0,715$ m. Adoptarase un ancho de 0,75m.
 - Segundo datos do xeotécnico, a sección tipo sen entibación terá os taludes da figura.
 - Segundo o estudo de seguridade e saúde, para un ancho maior de 1.3 m deberase entibar para profundidade $p > 1.5$ m.



Sección sen entibación

Tramo A: $x=4,5$
Tramo B: $x=4,5$
Tramo C: $x=6$
Tramo D: $x=8,5$



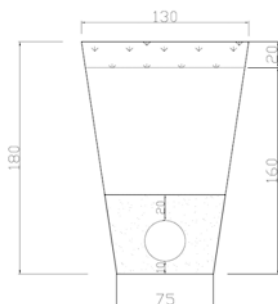
Sección con entibación

- O material de tránsito é apto para recheo (exento de materia orgánica).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Volume de terras, rocha, residuos ou reutilización

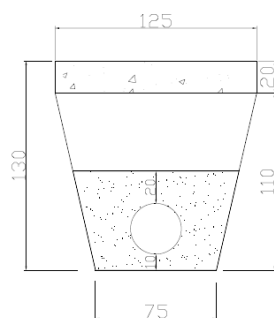
- Tramo A



Volume terra vexetal: $0,20 \times 1,30 \times 600 = 156 \text{ m}^3$

Volume tránsito apto para recheo:
 $1,60 \times 1,30 \times 600 = 1.248 \text{ m}^3$

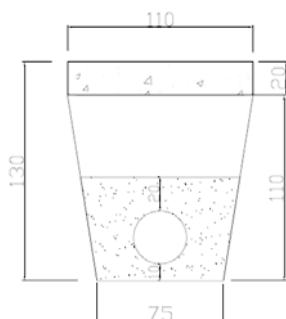
- Tramo B



Volume formigón: $0,20 \times 1,25 \times 200 = 50 \text{ m}^3$

Volume tránsito apto para recheo:
 $\frac{(0,75 + 1,25)}{2} \times 1,10 \times 200 = 220 \text{ m}^3$

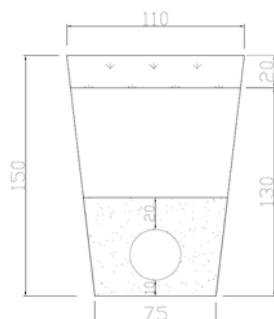
- Tramo C



Volume formigón: $0,20 \times 1,10 \times 100 = 22 \text{ m}^3$

Volume rocha: $\frac{(0,75 + 1,10)}{2} \times 1,10 \times 100 = 102 \text{ m}^3$

- Tramo D



Volume terra vexetal: $\frac{(1,10 + 1,05)}{2} \times 0,20 \times 400 = 86 \text{ m}^3$

Volume rocha: $\frac{(0,75 + 1,05)}{2} \times 1,30 \times 400 = 468 \text{ m}^3$

- Resumo volume de terras:

	Tramo A	Tramo B	Tramo C	Tramo D	TOTAL
Vol. terra vexetal (m3)	156	-	-	86	242
Vol. tránsito apto (m3)	1248	220	-	-	1468
Vol. formigón (m3)	-	50	22	-	72
Vol. rocha (m3)	-	-	102	468	570

Compensación de terras

- Tramo A

Volume a descontar : $1,30 \times (0,10 + 0,315 + 0,20) \times 600 = 479 \text{ m}^3$

Volume necesario recheo: $(1.248 + 156) - 479 = 925 \text{ m}^3$

- Tramo B

Volume a descontar : $\frac{(1,03 + 0,75)}{2} \times (0,10 + 0,315 + 0,20) \times 200 = 109 \text{ m}^3$

Reposición firmes: $0,20 \times 1,25 \times 200 = 50 \text{ m}^3$

Volume necesario recheo: $(50 + 220) - 109 - 50 = 111 \text{ m}^3$

- Tramo C

Volume a descontar : $\frac{(0,95 + 0,75)}{2} \times (0,10 + 0,315 + 0,20) \times 100 = 52 \text{ m}^3$

Reposición firmes: $0,20 \times 1,10 \times 100 = 22 \text{ m}^3$

Volume necesario recheo: $(22 + 102) - 52 - 22 = 50 \text{ m}^3$

- Tramo D

Volume a descontar : $\frac{(0,90 + 0,75)}{2} \times (0,10 + 0,315 + 0,20) \times 400 = 203 \text{ m}^3$

Volume necesario recheo: $(86 + 468) - 203 = 351 \text{ m}^3$

Total volume necesario recheo: $925 + 111 + 50 + 351 = 1437 \text{ m}^3$

Se realizamos o balance global de terras:

Balance Global = Volume necesario - Volume dispoñible = 1.437 - 1.468 = -31 m³

O resultado amosa un excedente de 31 m³ en tránsito.

Polo tanto, un total de:

- 570 m³ de rocha,
- 242 m³ de terra vexetal,
- 31 m³ de tránsito,

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

deberán ser ben tratados como RESIDUOS e enviados a vertedoiro ou xestor ou ben levados a lugar de emprego (recheo fincas, etc.), non sendo nese caso considerados como residuos.

De non existir excedente de terras no balance, poderíase valorar a reutilización de rocha mediante machaqueo ou ben utilizar un préstamo dun lugar cercano e apto.

Custos directos¹

Custo escavación

- Tramo A

·L = 600m ; escavación en tránsito ou terra con entibación incluída (repercutida mediante o custo do aluguer e a merma do rendemento).

·Rendemento estimado:

sen entibación → 60 ml/día

con entibación → 30 ml/día

·1 ml = 1 x 1,8 x 1,3 = 2,34 m³.

Sen considerar a entibación:

Maquinaria	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
1 x retroescavadora	50	10	500
1 x dumper			20

Man de obra	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
operario	20	10	200

Total custos directos = 500 + 20 + 200= 720 €/día.

Considerando o rendemento: $\frac{720}{30} = 24 \text{ €/ml}$

Que expresado en m³ resulta o seguinte custo unitario:

$$24 \frac{\text{€}}{\text{ml}} \times \frac{1 \text{ ml}}{2,34 \text{ m}^3} = 10,25 \text{ €/m}^3$$

Repercusión da entibación:

· Rendemento estimado → 30 ml/día

· $\frac{600 \text{ m}}{30 \text{ m/d}} = 20 \text{ días} \approx 1 \text{ mes natural}$

Custo aluguer:

· Supoñendo en obra 3 módulos de 4 x 1,5m²

· Custo aluguer = $0,7 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \cdot \text{día}}$

¹ No custo de colocación da tubaxe incluírase o recheo con material da escavación ou préstamo a pé de gabia.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

$$\text{Total custo aluguer} = 0,7 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \cdot \text{día}} \times (3 \times 4 \times 1,50 \times 2) \text{ m}^2 \times 30 \text{ días} = 756 \text{ €}$$

Custo colocación:

Maquinaria	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
1 x retroescavadora	50	2	100

Man de obra	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
2 x operario	20	2	80

$$\text{Total custo colocación} = (100 + 80) \frac{\text{€}}{\text{día}} \times 22 \text{ días} = 3960 \text{ €}$$

$$\text{Total custo entibación} = 3960 + 756 = 4716 \text{ €}$$

$$\text{En €/m}^2 \rightarrow \frac{4716}{(600 \times 1,80 \times 2)} = \frac{4716}{2160} = 2,2 \text{ €/m}^2$$

$$\text{En €/m}^3 \rightarrow \frac{4716}{(600 \times 1,80 \times 1,30)} = \frac{4716}{1404} = 3,36 \text{ €/m}^3$$

Así, o custo total no tramo A é: $10,25 + 3,36 = 13,61 \text{ €/m}^3$

- Tramo B

- L = 200m ; escavación en tránsito ou terra mediante minirretro.
- Rendemento estimado $\rightarrow 12 \text{ ml/día}$

Maquinaria	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
1 x miniretro	25	10	250
1 x chimpín			20

Man de obra	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
operario	20	10	200

$$\text{Total custos directos} = 250 + 20 + 200 = 470 \text{ €/día}$$

$$\text{Considerando o rendemento: } \frac{470}{12} = 39,16 \text{ €/ml}$$

$$\text{En €/m}^3 \rightarrow 39,16 \frac{\text{€}}{\text{ml}} \times \frac{1 \text{ ml}}{1,35 \text{ m}^3} = 29,01 \text{ €/m}^3$$

- Tramo C

- L = 100m ; escavación con mini en rocha.
- Rendemento estimado $\rightarrow 6 \text{ ml/día}$

Maquinaria	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
1 x mini c/martelo	35	10	350
1 x chimpín			20

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Man de obra	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
operario	20	10	200

Total custos directos = 350 + 20 + 200 = 570 €/día

Considerando o rendemento: $\frac{570}{6} = 95 \text{ €/ml}$

En €/m³ $\rightarrow 95 \frac{\text{€}}{\text{ml}} \times \frac{1 \text{ ml}}{1,24 \text{ m}^3} = 76,77 \text{ €/m}^3$

- Tramo D

· L = 400m ; escavación en rocha mediante retroescavadora con martelo.

· Rendemento estimado $\rightarrow 18 \text{ ml/día}$

Maquinaria	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
1 x retro c/martelo	65	10	650
1 x chimpín			20

Man de obra	Custo (€/h)	Horas traballo diarias	Custo €/día
operario	20	10	200

Total custos directos = 650 + 20 + 200 = 870 €/día

Considerando o rendemento: $\frac{870}{18} = 48,33 \text{ €/ml}$

En €/m³ $\rightarrow 48,33 \frac{\text{€}}{\text{ml}} \times \frac{1 \text{ ml}}{1,39 \text{ m}^3} = 34,83 \text{ €/m}^3$

En total:

TRAMO	Lonxitude (m)	Custo €/m ³	m ³ /ml	m ³
A	600	13,61	2,34	1.404
B	200	29,01	1,35	270
C	100	76,77	1,24	124
D	400	34,83	1,39	554
TOTAL				2.352

Así, o custo ponderado da escavación é:

$$\text{Cesc} = \frac{(13,61 \times 1.404 + 29,01 \times 270 + 76,77 \times 124 + 34,83 \times 554)}{2.352} = 23,7 \text{ €/m}^3$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

APÉNDICE Nº 4: ESTUDO AMBIENTAL, MEDIDAS CORRECTORAS E PROCEDEMENTOS DE TRAMITACIÓN

MARCO NORMATIVO

O marco normativo no que se encadran os proxectos de execución de obras en Galicia é o seguinte:

- Ley de protección ambiental de Galicia (Lei 1/1995, do 2 de xaneiro, de protección ambiental de Galicia).
- Avaliación de impacto ambiental (**Decreto 442/1990**, do 13 de setembro de 1990, de avaliación de impacto ambiental para Galicia e **Real Decreto Legislativo 1/2008**, do 11 de xaneiro, polo que se aproba o texto refundido da Ley de Impacto Ambiental de proxectos).
- Avaliación de efectos ambientais (**Decreto 327/1991**, do 4 de outubro, de avaliación de efectos ambientais para Galicia).
- Avaliación de incidencia ambiental (**Decreto 133/2008**, do 12 de xuño, polo que se regula a avaliación de incidencia ambiental).

Existe ademais normativa sectorial que debe ser tida en conta; pola súa especial incidencia indicamos aquí a Lei 7/1992, do 24 de xullo, de pesca fluvial e o Decreto 130/1997, do 14 de maio que a desenvolve.

O Real Decreto Legislativo 1/2008 establece o réxime xurídico aplicable á avaliación de impacto ambiental de proxectos, asegurando a integración dos aspectos ambientais. Establécense, entre outros aspectos, os proxectos que deben ser sometidos a avaliación de impacto ambiental e a súa forma de sometemento.

Como se recolle no artigo 3.1 deben someterse a avaliación de impacto ambiental aqueles proxectos públicos e privados, consistentes na realización de obras, instalacións ou calquera outra actividade comprendidos no anexo I.

Os proxectos que deban someterse a avaliación de impacto ambiental deberán incluír un estudo de impacto ambiental. Os aspectos que polo menos debe conter devandito estudo recóllense no artigo 7.

No artigo 3.2 establécense os proxectos que deberán someterse a avaliación de impacto ambiental soamente cando o decida o órgano ambiental caso por caso:

- Os proxectos comprendidos no anexo II.
- Os proxectos que poden afectar aos espazos da Rede Natura 2000.

Os proxectos que deban realizar un documento ambiental realizaranse acorde ao establecido no artigo 16.

Os proxectos de obras hidráulicas comprendidos no anexo I son os incluídos no Grupo 7. No marco das presentes ITOHG:

- as plantas de tratamento de augas residuais con capacidade superior a 150.000 h.e. e calquera planta de tratamento de augas residuais que poida afectar a zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación da Directiva 79/409/CEE do Consello, do 2 de abril de 1979 e da Directiva 92/43/CEE do Consello, do 21 de maio de 2002, ou en humidaes incluídos na lista do convenio RAMSAR.
- Obras de encanamento e proxectos de defensa de cursos naturais se afectan a zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación da Directiva 79/409/CEE do Consello, do 2 de abril de 1979 e da Directiva 92/43/CEE do Consello, do 21 de maio de 2002, ou en humidaes incluídos na lista do convenio RAMSAR.
- Instalacións de condución de auga a longa distancia cando a lonxitude sexa maior de 10 quilómetros e a capacidade máxima de condución sexa superior a 5 m³/s.

Os proxectos de obras hidráulicas comprendidos no anexo II son os incluídos no Grupo 8. No marco das presentes ITOHG:

- Obras de encanamento e proxectos de defensa de canles e marxes cando a lonxitude total do tramo afectado sexa superior a 2 quilómetros e non se atope nos supostos do anexo I. Exceptúanse aquelas actuacións que se executen para evitar risco en zona urbana.
- Plantas de tratamento de augas residuais urbanas superiores a 10.000 habitantes equivalentes.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

Ademais poden ser sometidas a un procedemento de avaliación de impacto ambiental aquelas actuacións que se proxecten no interior de espazos naturais legalmente considerados ao efecto, conforme coa Lei 9/2001, do 21 de agosto, de conservación da natureza.

Tamén se considerará, cando lle aplique, o establecido na Ley 7/1992, do 24 de xullo, de pesca fluvial, ó respecto do sometemento a avaliación ambiental de determinados proxectos.

O Decreto 442/1990, do 13 de setembro, de avaliación de impacto ambiental para Galicia regula a obrigação de someter a avaliación de impacto ambiental os proxectos públicos e privados consistentes na realización de obras, instalacións ou calquera outra actividade comprendida no anexo deste Decreto, cando a súa realización e/ou autorización lle corresponda á Administración da Xunta de Galicia.

O Decreto 327/1991 establece no seu artigo 1 que no ámbito da Comunidade Autónoma de Galicia será obrigatorio someter a avaliación de efectos ambientais todos os proxectos, públicos ou privados, de execución de obras, instalacións ou calquera outra actividade contemplada nas diferentes lexislacións sectoriais, tanto da Comunidade Autónoma de Galicia como do Estado, que precisen ou prevexan a necesidade da realización dun estudo ambiental e non estean incluídos no anexo do Decreto 442/1990, así como as modificacións ou ampliacións de proxectos que figuren no anexo do Decreto 442/1990 e o proxecto inicial das cales fose obxecto de declaración.

O Decreto 133/2008 regula o procedemento de avaliación de incidencia ambiental contemplado no capítulo IV do título II da Lei 1/1995, do 2 de xaneiro, de protección ambiental de Galicia.

No artigo 2 establécese que:

- Están sometidos ao procedemento de avaliación de incidencia ambiental os proxectos que figuran no anexo I.
- Os proxectos comprendidos no anexo III non están sometidos ao procedemento de avaliación de incidencia ambiental.
- A Consellería competente en materia de medio ambiente decidirá sobre a necesidade ou non da avaliación de incidencia ambiental das actividades que non estando incluídas en devandito anexo I merezan a consideración de molestas, nocivas e perigosas, conforme ás definicións contidas no artigo 13 da Lei 17/1995, do 2 de xaneiro, de protección ambiental de Galicia.

SOMETEMENTO DUN PROXECTO A ALGÚN PROCEDEMENTO DE AVALIACIÓN AMBIENTAL

En caso de necesidade de sometemento do proxecto a un procedemento de avaliación ambiental os pasos a seguir indícanse a continuación:

- Proxecto contido no anexo I do RDL 1/2008
 - Redacción do **documento inicial do proxecto**.
 - Recepción de consultas.
 - Redacción do proxecto e estudo de impacto ambiental seguindo o alcance definido polo órgano ambiental.
- As obras definidas en proxecto que se desenvolvan nun espazo natural ou no anexo II do RDL 1/2008 (proxectos non incluído no anexo I)
 - Redacción de documento de consulta (**documento ambiental do proxecto**).
 - En caso de resposta positiva, redacción do proxecto e estudo de impacto ambiental.
 - En caso de resposta negativa, inclusión das recomendacións formuladas polo órgano ambiental no proxecto.

As obras definidas no proxecto poden estar sometidas a un procedemento de incidencia ambiental (Decreto 133/2008):

1. Se o proxecto está incluído no anexo I e non foi sometido a un procedemento de avaliación de impacto ambiental ou efectos ambientais, débese someter a avaliación de incidencia ambiental e o proxecto debe conter un documento ambiental conforme co indicado no D 133/2008.
2. Se o proxecto está incluído no anexo III, non hai que sometelo ao procedemento de avaliación de incidencia ambiental.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

3. Se o proxecto non supera os límites establecidos no anexo I pero non figura no anexo III débese consultar ante o órgano ambiental respecto do seu sometemento ao procedemento de incidencia, para o que se redactará o documento esixido en devandito Decreto 133/2008.

ALCANCE DOS DOCUMENTOS AMBIENTAIS

Segundo o exposto, o documento ou estudo ambiental a elaborar en cada caso deberá axustarse á normativa que lle sexa de aplicación.

En todo caso, nos supostos máis sinxelos a priori, o documento ambiental deberá expor os efectos que se poden producir sobre a contorna debida ás obras que teñen que acometerse e valorar o grao de afección que se produce. Así mesmo, establecer as medidas ambientais precisas para minimizar ao máximo as afeccións que poidan ser producidas e establecer os protocolos de seguimento e control ambiental que se estimen precisos. Nestes casos, os contidos mínimos a incluír neste documento deberán tratar explicitamente os aspectos contemplados no art. 16.1 do *Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos* e no art. 7º do *Decreto 133/2008, do 12 de xuño, polo que se regula a avaliación de incidencia ambiental*, de maneira que o mesmo poida servir como documento ambiental base para os supostos de tramitación contemplados na citada normativa.

Polo tanto, o documento debe servir, no seu caso, cunha tripla finalidade:

1. como Documento Ambiental do proxecto conforme ao indicado no art. 16 do citado Real Decreto Legislativo 1/2008, como primeira opción, ou ben
2. como Memoria de carácter ambiental conforme ao especificado no art. 7º do mencionado Decreto 133/2008
3. como documento de referencia ambiental para o desenvolvemento das obras aínda o caso de que o proxecto non teña que ser sometido a ningún trámite ambiental.

Segundo o anterior, os contidos formais mínimos aos que deberá atender o citado documento serán, entre outros, os seguintes:

- Descrición dos aspectos básicos da obra e actividade: definición, características e localización do proxecto.
- Principais alternativas estudadas.
- Diagnóstico territorial e do medio ambiente afectado polo proxecto.
- Análise de impactos potenciais no medio ambiente. Repercusión e riscos dos mesmos: magnitude e incidencia.
- Medidas preventivas, correctoras ou compensatorias para a adecuada protección do medio ambiente.
- Forma de realizar o seguimento ambiental.

Dentro do apartado das medidas correctoras incluírase un epígrafe específico sobre restauración e integración paisaxística e estética, onde se proporán e describirán as medidas tendentes á recuperación e ordenación estética da obra nas diferentes fases. Estas medidas deberán constar dunha partida orzamentaria específica e deberán incorporarse aos distintos documentos do proxecto.

Así mesmo, as medidas de protección e corrección, así como o seguimento ambiental ao que haxa lugar, deberán constar coa súa correspondente partida orzamentaria.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

APÉNDICE Nº 5: ESTUDO DE SEGURIDADE E SAÚDE

O contido mínimo deste tipo de estudos vén marcado pola lexislación vixente nesta materia, en particular polo RD 1627/97 de disposicións mínimas de seguridade e saúde nas obras de construción.

No artigo 4 do RD 1627/97 establécese a obrigatoriedade do estudo de seguridade e saúde. En concreto indícase que este será obrigatorio nos seguintes supostos:

- *Que o orzamento de execución por contrata incluído no proxecto sexa igual ou superior a 75 millóns de pesetas.*
- *Que a duración estimada sexa superior a 30 días laborables, empregándose nalgún momento a máis de 20 traballadores simultaneamente.*
- *Que o volume de man de obra estimada, entendendo por tal a suma dos días de traballo do total dos traballadores na obra, sexa superior a 500.*
- *As obras de túneles, galerías, conducións subterráneas e presas.*

Nalgúns casos a administración promotora do proxecto e a obra, establece unhas esixencias concretas en relación ás condicións en que se esixirá realizar un estudo completo de seguridade e saúde. Este é o caso de Augas de Galicia que establece a obrigatoriedade da redacción dun estudo completo de seguridade e saúde no caso de que o prazo de execución das obras sexa superior a catro meses.

En caso de non cumprirse ningún dos supostos antes indicados deberá de redactarse un estudo básico de seguridade e saúde.

Un estudo de seguridade e saúde deberá conter como mínimo (Art. 5 do RD 1627/97):

a) Memoria descritiva dos procedementos, equipos técnicos e medios auxiliares que haxan de utilizarse ou cuxa utilización poida preverse; identificación dos riscos laborais que poidan ser evitados, indicando para ese efecto as medidas técnicas necesarias para iso; relación dos riscos laborais que non poidan eliminarse conforme ao sinalado anteriormente, especificando as medidas preventivas e proteccións técnicas tendentes a controlar e reducir devanditos riscos e valorando a súa eficacia, en especial cando se propoñan medidas alternativas. Así mesmo, incluírase a descrición dos servizos sanitarios e comúns de que deberá estar dotado o centro de traballo da obra, en función do número de traballadores que vaian utilízalos. Na elaboración da memoria haberán de terse en conta as condicións da contorna en que se realice a obra, así como a tipoloxía e características dos materiais e elementos que haxan de utilizarse, determinación do proceso construtivo e orde de execución dos traballos.

De forma máis concreta, na memoria dun estudo de seguridade e saúde debe existir sempre unha relación das distintas actividades que se van a realizar na obra, con indicación dos equipos que se empregarán e do persoal que intervirá no mesmo, así como unha avaliación de todos os riscos que estean asociados a devandita actividade. Nesta avaliación hase de indicar a probabilidade de que se materialice o risco nun dano para a saúde, e a severidade de devandito dano. Do resultado da avaliación de riscos concluírase se é necesario aplicar medidas preventivas (actividades formativas e informativas que reduzan a probabilidade de dano para a saúde) e/ou equipos de protección tanto colectivos como individuais (que reduzan a severidade do dano en caso de materializarse o risco). Todo isto sempre no **contexto** do tipo de obra considerada (existe un erro moi frecuente que é dar un tratamento xenérico aos estudos de seguridade e saúde).

Tamén se debe de realizar unha valoración de riscos, unha vez realizada a implantación das medidas preventivas, e a aplicación dos equipos de protección. Este novo proceso de avaliación é o que se define como "avaliación de eficacia" que permite ver cal é a nova valoración do risco. Ademais, débese de especificar claramente o tipo de instalacións que se deben de empregar en función do número de traballadores(casetas de obra cos seus equipos fundamentalmente).

Adicionalmente, e á marxe das esixencias legais indicadas, na memoria dun estudo de seguridade e saúde adóitanse incluír, unha descrición xeral das obras, con indicación do orzamento de execución, o prazo de execución e o número de traballadores que se estima que intervirán nos traballos. Adóitase incorporar un apartado coa relación de textos legais e normativos que sexan de aplicación, aínda que esta relación é de obrigatoria inclusión no prego de condicións particulares do estudo. Así mesmo, considérase unha boa práctica a inclusión dunha relación dos centros asistenciais máis próximos á zona das obras, con indicación do número de teléfono.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Para rematar, a título informativo, adóitanse incorporar unhas normas básicas sobre cales son as competencias e formas de actuar dos diferentes traballadores da obra, en materia de seguridade e saúde (xeфе de obra, coordinador, encargado, etc) e a maneira de utilizar as instalacións provisionais de obra e os equipos de protección.

b) *Planos nos que se desenvolverán os gráficos e esquemas necesarios para a mellor definición e comprensión das medidas preventivas definidas na Memoria, con expresión das especificacións técnicas necesarias.*

Nos planos adóitase reflectir, gráficamente, o xeito de actuar en determinadas circunstancias de risco, a forma de utilización de determinados equipos de protección, e as características técnico-xemétricas de moitos destes equipos. De forma habitual, os planos de seguridade e saúde pódense considerar “esbozos” máis que documentos técnicos do tipo dos de planos construtivos.

c) *Prego de condicións particulares no que se terán en conta as normas legais e regulamentarias aplicables ás especificacións técnicas propias da obra de que se trate, así como as prescricións que se haberán de cumprir en relación coas características, a utilización e a conservación das máquinas, útiles, ferramentas, sistemas e equipos preventivos.*

Este apartado do estudo adoita estruturarse en dous partes. Unha primeira na que se incorpora unha relación exhaustiva de lexislación e normativa técnica aplicable. E unha segunda na que se entre en detalle nas características técnicas de máquinas, ferramentas, medios auxiliares, e sobre todo sistemas e equipos preventivos.

d) *Orzamento que incluírá:*

Medicións de todas aquelas unidades ou elementos de seguridade e saúde no traballo que sexan definidos ou proxectados.

Orzamento (propriadamente dito) que cuantifique o conxunto de gastos previstos para a aplicación e execución do estudo de seguridade e saúde.

Devandito estudo deberá formar parte do proxecto de execución de obra ou, no seu caso, do proxecto de obra, ser coherente co contido do mesmo e recoller as medidas preventivas adecuadas aos riscos que leve a realización da obra. O orzamento para a aplicación e execución do estudo de seguridade e saúde deberá cuantificar o conxunto de gastos previstos, tanto polo que se refire á suma total como á valoración unitaria de elementos, con referencia ao cadro de prezos sobre o que se calcula. Só poderán figurar partidas alzadas nos casos de elementos ou operacións de difícil previsión.

As medicións, calidades e valoración recollidas no orzamento do estudo de seguridade e saúde poderán ser modificadas ou substituídas por alternativas propostas polo contratista no plan de seguridade e saúde a que se refire o artigo 7, previa xustificación técnica debidamente motivada, sempre que iso non supoña diminución do importe total nin dos niveis de protección contidos no estudo. A estes efectos, o orzamento do estudo de seguridade e saúde deberá ir incorporado ao orzamento xeral da obra como un capítulo máis do mesmo. Non se incluírán no orzamento do estudo de seguridade e saúde os custos esixidos pola correcta execución profesional dos traballos, conforme ás normas regulamentarias en vigor e os criterios técnicos xeralmente admitidos, emanados de Organismos especializados.

De forma máis concreta, o orzamento do estudo de seguridade e saúde, inclúe os mesmos apartados do orzamento do proxecto construtivo no que vai incluído. Isto é, as medicións (esixidas legalmente como se viu), os cadros nº1 e nº2 (que se mencionan no RD 1627/97) e que segundo se interpreta do anterior texto legal considérase que son os cadros do propio proxecto construtivo, aínda que na práctica adóitanse facer uns cadros específicos para o estudo de seguridade e saúde. Finalmente incorpórase un orzamento (propriadamente dito) resultado de aplicar ás medicións de proxecto os prezos dos cadros.

O importe do orzamento de seguridade e saúde varía en función do tipo de obra e da importancia da mesma. É moi difícil establecer un importe económico do estudo de seguridade e saúde da obra como porcentaxe do PEM do proxecto. Con todo, e centrándonos en obras hidráulicas, logo de analizar distintos tipos de proxectos desta temática pódese concluír que de forma xeral un 1,5% do PEM da obra destinado a seguridade e saúde é unha porcentaxe razoable, que permitirá cumprir as esixencias marcadas polo propio estudo.

Doutra banda, o contido do estudo básico de seguridade e saúde sería o seguinte:

O estudo básico deberá precisar as normas de seguridade e saúde aplicables á obra. Para ese efecto, deberá contemplar a identificación dos riscos laborais que poidan ser evitados, indicando as medidas técnicas necesarias

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

para iso; relación dos riscos laborais que non poidan eliminarse conforme ao sinalado anteriormente, especificando as medidas preventivas e proteccións técnicas tendentes a controlar e reducir devanditos riscos e valorando a súa eficacia, en especial cando se propoñan medidas alternativas. No seu caso, terá en conta calquera outro tipo de actividade que leve a cabo na mesma, e conterá medidas específicas relativas aos traballos incluídos nun ou varios dos apartados do anexo II (RD 1627/97).

Na práctica o estudo básico de seguridade e saúde unicamente inclúe unha relación da normativa aplicable á obra en materia de seguridade e saúde, e unha relación das distintas actividades que se van a realizar na obra, con indicación dos equipos que se empregarán e do persoal que intervirá no mesmo, así como unha avaliación de tódolos riscos que estean asociados a devandita actividade. Esta avaliación non inclúe a descrición técnica, a definición xeométrica nin a estimación do custo dos equipos de protección empregados e sistemas preventivos expostos.

Tal e como se indica no RD 1627/97 o estudo de seguridade e saúde, e o estudo básico de seguridade e saúde, serán redactados por un técnico competente designado polo "promotor" das obras, e será a base para o futuro plan de seguridade e saúde que será redactado polo contratista das obras.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

APÉNDICE Nº 6: PROCEDEMENTO DE EXECUCIÓN E POSTA EN SERVIZO DAS INSTALACIÓNS ELÉCTRICAS

REDACCIÓN DO PROXECTO CONSTRUTIVO DA OBRA PRINCIPAL

- 1- Unha vez establecidas a localización das instalacións e as potencias necesarias, solicitarase punto de subministración á compañía subministradora¹. Neste sentido, hai que ter en conta a seguinte casuística:
- a. Solo urbano coa condición de soar: a empresa distribuidora está obrigada á realización das infraestruturas eléctricas necesarias sempre que:
 1. Se trate de subministracións en BT², ata unha potencia de 50kW.
 2. Se trate de subministracións en AT, ata unha potencia de 250kW.

Fóra dos límites anteriores, o solicitante realizará á súa costa a instalación de extensión necesaria. As instalacións de extensión serán cedidas á empresa distribuidora, sen que proceda o cobro dos dereitos de extensión.
 - b. Solo urbano sen condición de soar: o propietario deberá completar á súa costa a infraestrutura eléctrica necesaria para que o solo adquira a condición de soar. A partir de aí, estase na casuística do apartado (a).
 - c. Solo urbanizable: o propietario deberá executar á súa costa a infraestrutura eléctrica necesaria, incluíndo a rede exterior de alimentación e os reforzos necesarios (limitados á instalación á cal se conecta a nova instalación), aplicándose no seu caso o establecido no apartado (a). As empresas distribuidoras poderán participar en todos estes custos da infraestrutura eléctrica.
 - d. Solo non urbanizable: O solicitante realizará á súa costa a infraestrutura eléctrica para atende-la subministración, adquirindo a condición de propietario de devanditas instalacións e asumindo a responsabilidade do seu mantemento e operación, aínda que pode optar pola cesión da mesma a favor da empresa subministradora.
 - e. En todo caso, tódalas instalacións destinadas a máis de un consumidor terán a consideración de rede de distribución e deben ser cedidas á empresa distribuidora.
- 2- En canto ao solicitante e o titular da subministración solicitada:
- a. Proxectos redactados pola AHG:
 1. Solicitante, a enxeñería e a AHG.
 2. Titular, o Concello ou a persoa xurídica que vaia ser o efectivo usuario da enerxía.
 - b. Proxectos redactados polos Concellos:
 1. Solicitante, a enxeñería.
 2. Titular, o Concello.
- 3- A enxeñería redactará os documentos necesarios para a execución das instalacións eléctricas, redactados e asinados por técnicos titulados competentes:
- a. No caso de redes de distribución e acometidas de tensión superior a 1kV que non teña obrigación de realizar a empresa distribuidora: o contratista adxudicatario redactará o correspondente **proxecto de execución**.

¹ Neste sentido, hai que ter en conta o art. 46 do RD 1955/2000, onde se indica que a elección da tensión, o punto de entrega e as características da subministración serán acordados entre a empresa distribuidora e o solicitante tendo en conta un desenvolvemento racional e óptimo da rede, co menor custo e garantindo a calidade da subministración. En caso de discrepancia resolverá o órgano competente da Administración.

² Terán a consideración de subministracións en baixa tensión aqueles que se realicen a unha tensión inferior a 1kV, non podéndose atender subministracións con potencia superiores a 50kW, salvo acordo coa empresa subministradora.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- b. No caso de acometidas de tensión inferior a 1kV, documentación técnica que defina as características da instalación, que revestirá a forma de proxecto ou memoria técnica, segundo determine a ITC-BT-04 (RD 842/2002). Nas instalacións que habitualmente executa a AHG:
1. Necesitan **proxecto de execución** se a potencia $P > 10\text{kW}$.
 2. Necesitan Memoria Técnica de Deseño (MTD) se $P < 10\text{kW}$.
- 4- Nos casos nos que sexa necesario redactar un proxecto de execución, éste incluirá, como mínimo:
- a. Na memoria do proxecto:
 1. Datos relativos ao propietario;
 2. Emprazamento, características básicas e uso ao que se destina;
 3. Características e seccións dos condutores a empregar;
 4. Características e diámetros dos tubos para canalizacións;
 5. Relación nominal dos receptores que se prevexan instalar e a súa potencia, sistemas e dispositivos de seguridade adoptados e cantos detalles sexan necesarios de acordo coa importancia da instalación proxectada e para que se poña de manifesto o cumprimento das prescricións do Regulamento e as súas Instrucións Técnicas Complementarias.
 6. Esquema unifilar da instalación e características dos dispositivos de corte e protección adoptados, puntos de utilización e seccións dos condutores.
 7. Esbozo do seu trazado³ ;
 8. Cálculos xustificativos do deseño.
 - b. Os planos serán os suficientes en número e detalle, tanto para dar unha idea clara das disposicións que pretenden adoptarse nas instalacións, como para que a Empresa instaladora que execute a instalación dispoña de todos os datos necesarios para a realización da mesma.
- 5- Nos casos nos que sexa necesario redactar unha Memoria Técnica de Deseño, esta incluirá, como mínimo, os seguintes datos:
- c. Os referentes ao propietario;
 - d. Identificación da persoa que asina a memoria e xustificación da súa competencia;
 - e. Emprazamento da instalación;
 - f. Uso ao que se destina;
 - g. Relación nominal dos receptores que se prevexa instalar e a súa potencia;
 - h. Cálculos xustificativos das características da liña xeral de alimentación, derivacións individuais e liñas secundarias, os seus elementos de protección e os seus puntos de utilización;
 - i. Pequena memoria descritiva;
 - j. Esquema unifilar da instalación e características dos dispositivos de corte e protección adoptados, puntos de utilización e seccións dos condutores;
 - k. Esbozo do seu trazado⁴ .
- 6- O orzamento estimado para as instalacións eléctricas terá o seu reflexo no orzamento do proxecto construtivo da obra principal. Neste orzamento incluíranse as partidas necesarias para a elaboración e tramitación dos proxectos de execución.

³ Tal e como indica a Instrución 4/2007, de 7 de maio, de interpretación e aplicación de determinados preceptos do Real decreto 842/2002, de 2 de agosto, polo que se aproba o Regulamento electrotécnico para baixa tensión, o esbozo consistirá en, polo menos, un debuxo en planta das conducións eléctricas complementado con indicacións sobre a altura pola que pasan. Ademais, os planos correspondentes ou o esbozo de trazado deberá estar rotulado especificamente como esbozo ou esbozo de trazado.

⁴ Tal e como indica a Instrución 4/2007, do 7 de maio, de interpretación e aplicación de determinados preceptos do Real Decreto 842/2002, do 2 de agosto, polo que se aproba o Regulamento electrotécnico para baixa tensión, o esbozo consistirá en, polo menos, un debuxo en planta das conducións eléctricas complementado con indicacións sobre a altura pola que pasan. Ademais, a MTD deberá presentar o formato establecido no Anexo Ib da Orde do 2 de febreiro de 2005.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

APÉNDICE Nº 7: NORMALIZACIÓN DA DOCUMENTACIÓN EN FORMATO DIXITAL NOS PROXECTOS DE CONSTRUCCIÓN

O obxectivo do presente apéndice é a normalización da documentación que se entrega relativa aos proxectos.

En canto ao número de copias a entregar establécese que no momento da entrega previa a supervisión entregaranse unha copia en formato papel e unha copia en formato dixital, seguindo as indicacións que se especifican nos apartados sucesivos. Para a entrega definitiva do proxecto presentaranse 4 copias en formato papel e 2 copias en formato dixital, salvo que sexa necesaria a entrega dun número superior de copias.

NORMALIZACIÓN DA DOCUMENTACIÓN EN FORMATO DIXITAL

De cada proxecto realizaranse dúas versións. Unha delas cos datos nos formatos orixinais de traballo, segundo formatos indicados máis adiante, e a outra versión en formato PDF. De cada unha das versións entregaranse dúas copias.

Os proxectos completos deberán presentarse en CD-ROM ou DVD, con sesión finalizada evitando futuras gravacións nos mesmos. Grazas á capacidade que ofrecen os DVD, non deben utilizarse compresores de arquivos.

Tipos de ficheiros soportados:

- Documentos: MS-Word 2003 ou compatible
- Táboas de datos: MS – Acces 2003 ou compatible
- Follas de cálculo: MS – Excel 2003 ou compatible
- Ficheiros tipo imaxe: admitiranse formatos .tif ou .jpg
- Gráfico: DWG para Autocad 2000
- Orzamentos: admitiranse formatos.bc3

A organización dos ficheiros dentro do CD, da versión en formato orixinal, realizarase segundo a árbore de directorios que se presenta a continuación:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

PROXECTO			
	1 MEMORIA E ANEXOS		
		1 Memoria	
		A00 Documento previo	
		A01 Antecedentes administrativos	
		A02 Cartografía, topografía e replanteo	
		A03 Xeoloxía e xeotecnía	
		A04 Hidroloxía e captacións	
		A05 Movemento de terras	
		A06 Poboación, dotacións e caudais asociados	
		A07 Estudo de alternativas	
		A08 Trazado	
		A09 Cálculos hidráulicos	
		A10 Cálculos mecánicos de conduccións	
		A11 Características técnicas de equipos e elementos singulares	
		A12 Cálculos estruturais	
		A13 Subministración eléctrica e cálculos electromecánicos	
		A14 Instrumentación e control	
		A15 Reposición de servizos afectados e coordinación con outros organismos	
		A16 Estudo ambiental e procedementos de tramitación	
		A17 Estudo de xestión de residuos	
		A18 Expropiación e dispoñibilidade de terreos	
		A19 Estudo de seguridade e saúde	
		A20 Plan de obras	
		A21 Plan de control de calidade	
		A22 Remate e terminación das obras	
		A23 Xustificación de prezos	
		A24 Orzamento para coñecemento da administración	
		A25 Clasificación do contratista	
		A26 Fórmula de revisión de prezos	
		A27 Anexo fotográfico	
		A28 Ficha resumo das características do proxecto	
		A29 Ficha de supervisión	
	2 PLANOS		
		00 Plano resumo	
		01 Situación, acceso e índice	
		02 Situación actual	
		03 Planta xeral e distribución de minutas	
		04 Liña piezométrica	
		05 Planta e perfil lonxitudinal	
		06 Seccións tipo e/ou perfís transversais	
		07 Estructuras	
		08 Equipos electromecánicos	
		09 Telecontrol	
		10 Urbanización	
		11 Obras complementarias	
		12 Accesos	
		13 Servizos afectados e reposicións	
		14 Detalles	
		Referencias	
	3 PREGO DE PRESCRIPCIÓN TÉCNICAS		
	4 ORZAMENTOS		
	5 DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA		

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Dentro de cada un dos directorios débense ter en conta as seguintes consideracións:

Memoria e anexos:

No directorio da memoria debe incluírse o documento en formato WORD "Memoria.doc".

Un directorio por cada anexo, incluíndo en cada un un documento en formato WORD denominado "Anexo XX: Título".

Cando existan ficheiros complementarios (imaxes, planos, follas de cálculo, etc) incluíranse dentro do directorio correspondente.

Planos :

Dentro de cada directorio incluíranse as follas correspondentes. Para cada folla utilizarase un ficheiro CAD independente.

Sempre que sexa posible os planos deben xeorreferenciarse.

En caso de existir información que sexa usada en distintos documentos, por exemplo a cartografía, deberá referenciarse ou vincularse. Incluíndose dita información no directorio de "Referencias".

Para conseguir resultados idénticos aos do proxectista, no directorio "Referencias" deben incluírse os ficheiros de configuración necesarios para conseguir devandito propósito, tales como configuracións, ficheiros de plumas, tipos de letra, etc.

O primeiro directorio dos planos "00_Plano resumo" fai referencia á necesidade de incluír un plano resumo no que deben quedar reflectidos todos os elementos que definan as redes.

Para evitar problemas de incompatibilidade o formato no que debe ser gardado será Autocad 2004.

Todos os elementos que se inclúan dentro do plano resumo deben representarse en espazo papel, en coordenadas UTM, non deben estar referenciados e asociaranse a capas segundo se indica neste mesmo documento.

As capas crearanse mediante unha serie de díxitos, de formato numérico ou texto seguindo o seguinte modelo:

A.B.C.D

O dígito A utilizarase para indicar o tipo de elemento, así:

A=1 identificará redes de distribución, as cales quedarán definidas mediante poliliñas.

A=2 identificará elementos accesorios das redes, que se representarán mediante bloques.

A=3 identificará as estruturas relevantes, que se representarán mediante unha poliliña que defina a arista exterior da mesma.

O dígito B clasificará o tipo dentro de cada elemento. Así para tubaxes indica o tipo de rede do que se trata. No caso de accesorios inclúense os que se consideran máis importantes para a definición da rede, o mesmo que ocorre no caso doutros elementos accesorios.

Os díxitos C e D só se utilizan no caso de tubaxes. O dígito C identificará o material co que se executará a tubaxe, para facilitar a identificación das capas utilizaranse as siglas que definen os materiais que se utilizan máis frecuentemente na execución de obras hidráulicas: FD, FA, PVC, PE, PP, PRFV.

O dígito D utilizarase para indicar o diámetro nominal.

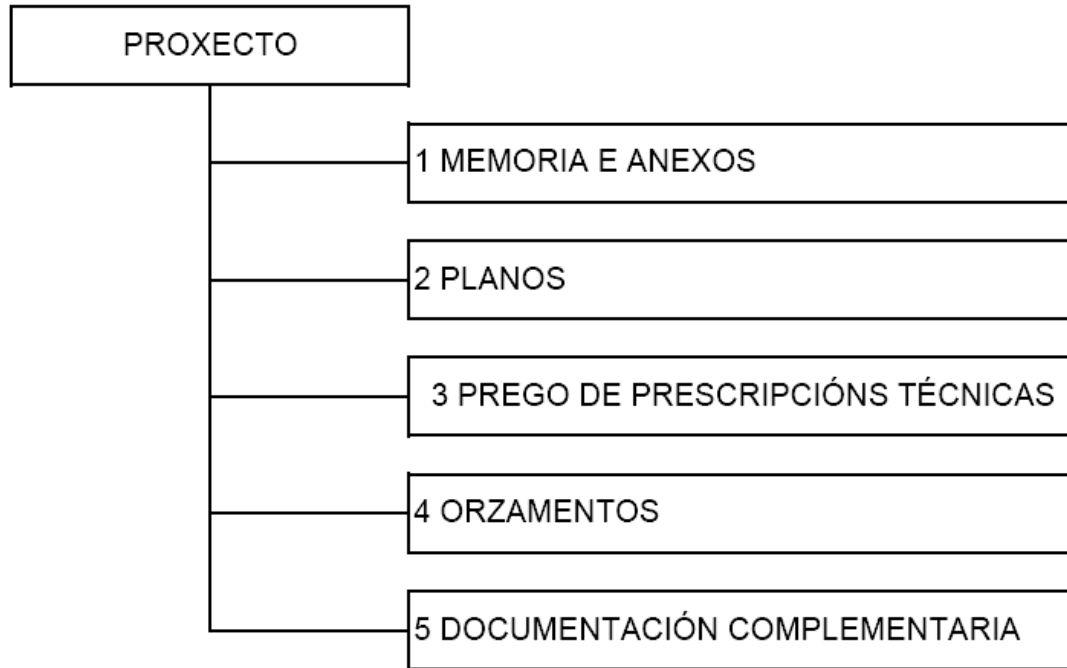
XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Un exemplo da estrutura do plano resumo recollese a continuación:

A	B	C	D
1 TUBAXES	B=1; Abastecemento B=2; Fecales B=3; Pluviais B=4; Fecales + pluviais	FD FA PVC PE PP	250 315 (...)
2 ACCESORIOS	B=1; Válvulas de seccionamento B=2; Válvula reductora de presión B=3 Válvula desaugue B=4; Válvula ventosa B=5; (...)		
3 OUTRAS INFRAESTRUTURAS	B=1; Captación B=2; ETAP B=3; Depósito B=4; Pozo bombeo B=5; Fosa séptica B=6; EDAR B=7; Depósito tormentas B=8; Punto de vertido B=9; Punto de captación B=10; (...)		

A organización dos ficheiros dentro do CD, da versión en formato PDF, realizarase segundo a árbore de directorios que se presenta a continuación:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---



Dentro de cada un dos directorios debe incluirse un único arquivo en formato PDF.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

ITOHG-ABA-1/0

INSTRUCCIÓN TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE ABASTECIMIENTO

TÍTULO	INTRODUCCIÓN AOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO A POBOACIÓNS (ABA-1/0)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



**INTRODUCCIÓN AOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
(ABA-1/0)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO**
 - 2.- DEFINICIÓNS**
 - 2.1.- Elementos do sistema**
 - 2.2.- Redes de distribución**
 - 2.3.- Componentes**
 - 3.- CAUDAIS**
 - 4.- PRESIÓNS HIDRÁULICAS**
 - 5.- DIÁMETROS DAS TUBAXES**
 - 6.- UNIDADES**

BIBLIOGRAFÍA

1.- OBXECTO

O obxecto deste documento é definir os distintos elementos que conforman unha rede de abastecemento e realizar unha breve descrición deles, tentando ser de axuda para o entendemento dos pregos posteriores.

2.- DEFINICIÓNS

2.1.- Elementos do sistema

Abastecemento: conxunto de instalacións que conectan as fontes de subministro coas acometidas domiciliarias.

Captación: conxunto de instalacións de regulación, derivación e condución das augas superficiais e subterráneas, dende as fontes de subministro ata as instalacións de tratamento. Comprende presas, azudes, canais, pozos, estacións de bombeo e conducións de auga bruta.

Tratamento: conxunto de instalacións de potabilización necesarias para que a auga de subministro acade os valores paramétricos que se sinalan no Real Decreto 140/2003, de 7 de febreiro, polo que se establecen os criterios sanitarios da calidade da auga de consumo humano.

Rede de distribución: conxunto de tubaxes e elementos de manobra e control que permiten o subministro de auga aos consumidores.

Depósito: infraestrutura estanca destinada á acumulación de auga para consumo humano, usos industriais, protección contra incendios, rego de zonas verdes, etcétera.

2.2.- Redes de distribución

A Rede de Distribución comeza á saída da planta de tratamento de auga e remata no punto de conexión (chave de rexistro) coa instalación interior de subministro. Dunha maneira sinxelamente orientativa e dependendo do seu rango, podemos clasificar ás distintas conducións que forman parte da Rede de Distribución nos seguintes tipos de redes:

- Rede de Transporte ou adución: xeralmente está constituída polas conducións de maior diámetro, é a que transporta a auga dende a estación de tratamento ata os depósitos de regulación para alimentar posteriormente a rede arterial. Non se permite que, dende a mesma, se realicen tomas directas aos usuarios.
- Rede Arterial: é a constituída polo conxunto de tubaxes e elementos da rede de distribución que enlazan diferentes sectores da zona abastecida. Igual que na Rede de Transporte, tampouco se permite realizar acometidas dende a Rede Arterial.
- Rede Secundaria: está formada polo conxunto de tubaxes e elementos que se conectan á Rede Arterial e das que se derivan, no seu caso, as acometidas para os subministros, bocas de rego e tomas contra incendios.
- Acometidas: son as tubaxes e outros elementos que unen a Rede Secundaria coa instalación interior do inmovible que se pretende abastecer.

As conducións definidas agrúpanse en dúas tipoloxías:

Redes en alta: todo aquilo que se atopa augas arriba dos depósitos de distribución.

Redes en baixa: todo aquilo que se atopa augas abaixo dos depósitos de distribución.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

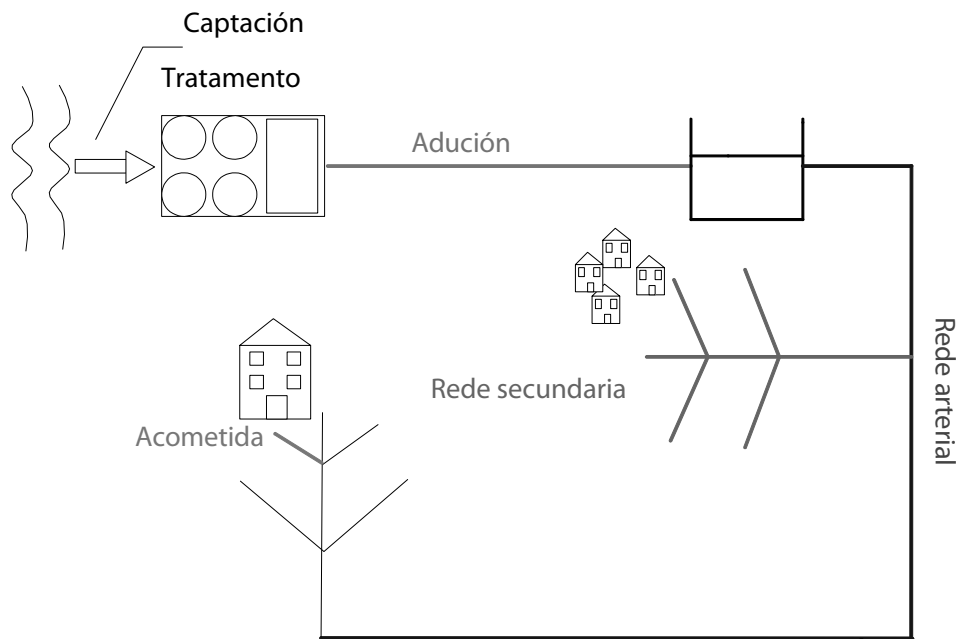


Figura 1. *Compoñentes do sistema de abastecemento.*

2.3.- *Compoñentes*

- Tubo: elemento de sección transversal interior uniforme en forma de sección circular e que, en sentido lonxitudinal, xeralmente é recto. Dependendo do seu comportamento baixo carga, distínguense os tipos seguintes:
 - Tubo flexible: é aquel que ten a súa capacidade de carga limitada pola deformación (ovalización e/ou deformación circunferencial) que é capaz de soportar baixo carga de estado límite última, sen romper ou sen tensión excesiva (comportamento flexible).
 - Tubo ríxido: é aquel que ten a súa capacidade de carga limitada pola rotura, sen deformación significativa da sección (comportamento ríxido).
 - Tubo semirríxido: é aquel que ten a súa capacidade de carga limitada ben pola deformación e/ou unha tensión excesiva (comportamento flexible) ou ben pola rotura (comportamento ríxido), en función da súa rixidez anular e das condicións de instalación.
- Unión: dispositivo que permite enlazar de forma estanca dous elementos consecutivos da tubaxe. Distínguense os sistemas de unión seguintes:
 - Unión ríxida: é aquela que non permite unha desviación angular significativa nin durante nin despois da posta en obra.
 - Unión axustable: unión que permite unha desviación angular significativa no intre da instalación pero non posteriormente.

Outra clasificación habitual dos sistemas de unión sería a seguinte:

- Unións autotrabadas ou resistentes á tracción: son capaces de resistir o empuxe lonxitudinal producido pola presión interna e, no seu caso, polas fluctuacións de temperatura e contracción de Poisson da tubaxe sometida a presión interna.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Unións non autotrabadas ou non resistentes á tracción: teñen un xogo axial adecuado para acomodar o movemento axial do extremo liso inducido polas fluctuacións de temperatura e contracción de Poisson da tubaxe sometida a presión interna ademais da desviación angular especificada.
- Peza especial: compoñente que, intercalada entre os tubos, permite realizar cambios de dirección ou de diámetro, derivacións, empalmes etc.
- Válvulas: elementos que, instalados entre os tubos, permiten cortar ou regular o caudal e a presión.
- Elemento complementario da tubaxe: é calquera estrutura, fundamentalmente arquetas, cámaras de válvulas, macizos de ancoraxe, etc, que intercalada na tubaxe permite e facilita a súa explotación.
- Accesorios: elementos distintos aos tubos, pezas especiais, válvulas, unións ou elementos complementarios da rede, pero que forman parte tamén da tubaxe (p.e., parafusos, contra-bridas, ollaríns de toma, etc.).
- Árbore: conxunto de ramais cunha mesma orixe.
- Polígono: conxunto formado polo menor número posible de dispositivos de seccionamento que permite deixar sen subministro calquera punto dunha rede de distribución.
- Acometida: é o conxunto de elementos interconectados que une a rede de distribución coa instalación interior dun cliente.
- Hidrante: elemento conectado xeralmente na rede de distribución principal, coa finalidade de ser utilizado ante calquera emerxencia polo Servizo de Extinción de Incendios.

Así mesmo defínese:

- Revestimento exterior: material complementario aplicado á superficie exterior dunha compoñente co obxecto de protexela contra a corrosión, o deterioro e/ou o ataque químico.
- Revestimento interior: material complementario aplicado á superficie interior dunha compoñente co obxecto de protexela contra a corrosión, deterioro mecánico e/ou ataque químico. A composición deste revestimento interior deberá cumprir o esixido no Real Decreto 140/2003, do 7 de febreiro.

3.- CAUDAIS

Tal e como se recolle na ITOHG-ABA-1/1, os sistemas de abastecemento deben satisfacer varios tipos de consumo:

- Doméstico: é a auga que se emprega nos fogares e ven sendo o 50% da auga abastecida en aglomeracións medias e grandes.
- Comercial: de comercios, hostalaría, oficinas, empresas, etc.
- Industrial.
- O de edificios públicos coma escolas, bibliotecas, edificios administrativos, etc.
- Municipal: rego, limpeza de rúas, polideportivos, mercados, etc.
- Perdas: é este un valor importante en moitos casos, xa que as redes de abastecemento van envellecendo, e as políticas de mantemento e renovación implican fortes inversións. Non debe confundirse a “auga non rexistrada” coa auga perdida en fugas.

Para o análise da demanda, estas instrucións diferencian entre demandas de auga urbana, industrial e gandeira. Para a estimación das mesmas, debe atenderse ó recollido na ITOHG ABA 1/1, onde se definen os seguintes valores característicos de caudal:

- Caudal diario (QD)
- Caudal horario (QH)
- Caudal medio (Q_m)

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Caudal punta (Q_p)

E en función do tipo de consumo diferenciarase entre:

- Caudal ou demanda diaria media anual por consumos urbanos ($QD_{m,urb}$)
- Caudal ou demanda diaria media anual por consumos industriais ($QD_{m,ind}$)
- Caudal ou demanda diaria media anual por consumos gandeiros ($QD_{m,gan}$)
- Caudal ou demanda diaria media anual total, é a suma da urbana, industrial e gandeira, ás que se poderán sumar outros posibles consumos singulares ($QD_{m,total} = QD_{m,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,gan}$)

4.- PRESIÓNS HIDRÁULICAS

De acordo coa norma UNE-EN 805:2000, que se considerará norma de referencia, os termos empregados para referirse ás presións hidráulicas que solicitan á tubaxe ou á rede son os seguintes:

- Presión estática: presión nunha sección da tubaxe cando, estando en carga, se atopa a auga en repouso.
- Presión de deseño (DP): maior presión estática ou presión máxima de funcionamento en réxime permanente nunha sección da tubaxe, excluindo, por tanto, o golpe de ariete. A pesar da súa denominación non é esta a presión para a que realmente se diseña a tubaxe, xa que non se considera a sobrepresión debida ó golpe de ariete.
- Presión máxima de deseño (MDP): presión máxima de funcionamento que pode acadarse nunha sección da tubaxe en servizo, considerando as fluctuacións producidas por un posible golpe de ariete. Corresponde a este valor da presión aquel para o que realmente se diseña a tubaxe.
- Presión de proba da rede (STP): presión hidráulica interior á que se proba a tubaxe unha vez instalada, para comprobar a súa estanquidade.

Para evitar confusións, a relación entre esta terminoloxía e a empregada no "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" do MOPU /1974, é a seguinte:

Táboa 1. Relación entre a terminoloxía da UNE- EN e do MOPU.

Concepto	UNE-EN 805:2000		Prego MOPU 1974	
	Denominación	Siglas	Denominación	Siglas
Presión solicitante cando, estando en carga, se atopa a auga en repouso	Presión de deseño (a maior de ambas)	DP	Presión estática	
Presión máxima en funcionamento en réxime permanente			Presión de servizo	
Presión máxima que pode acadarse considerando as fluctuacións debidas ao golpe de ariete	Presión máxima de deseño	MDP	Presión máxima de traballo	Pt
Presión á que se proba a tubaxe unha vez instalada	Presión de proba da rede	STP	Presión de proba en gabiá	
			Presión de proba de estanquidade	

Outras definicións tamén incluídas son as seguintes:

- Presión de funcionamento (OP): presión interna que aparece nun instante dado nun punto determinado da rede de abastecemento de auga.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Presión de servizo (SP): presión interna no punto de conexión á instalación do consumidor, con caudal nulo na acometida.

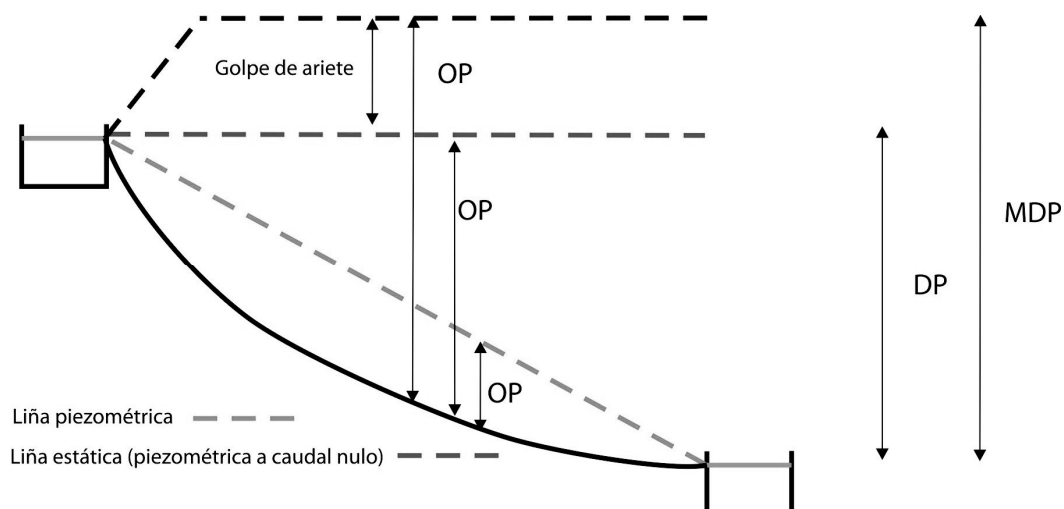


Figura 2. Presións nunha conducción por gravidade.

Respecto aos compoñentes da rede, os termos recollidos na norma UNE-EN 805:2000, son os seguintes:

- Presión de funcionamento admisible (PFA): presión máxima que é capaz de resistir unha compoñente de forma permanente en servizo.
- Presión máxima admisible (PMA): presión máxima, incluído o golpe de ariete, que unha compoñente é capaz de soportar en servizo.
- Presión de proba en obra admisible (PEA): presión hidrostática máxima que unha compoñente acabada de se instalar é capaz de soportar, durante un período de tempo relativamente curto, co obxecto de asegurar a integridade e a estanquidade da conducción.
- Presión de proba en fábrica: presión hidráulica interior á que se proban os tubos, con antelación ao seu suministro, para comprobar a súa estanquidade.
- Presión de rotura: presión hidrostática interior que, en ausencia de cargas externas, deixa fora de servizo ao material constitutivo de la tubaxe.

Relacionado coa presión defínese:

- Golpe de ariete: fluctuacións rápidas de presión debidas ás variacións de caudal durante intervalos curtos de tempo. O golpe de ariete está esencialmente relacionado coa velocidade da auga e non coa presión interna.

Aínda que na norma UNE-EN 805:2000 non se recolle o tradicional concepto de presión nominal (PN), si se inclúe, pola contra, en numerosas normas UNE-EN específicas de produto. Por esta razón, a efectos de clarificación, incorpórase a estes pregos quedando definida da maneira seguinte:

- Presión nominal (PN): designación numérica, empregada coma referencia, que se relaciona cunha combinación de características mecánicas e dimensionais dunha compoñente dunha rede de tubaxes. A utilización do concepto de PN é de aplicación para as válvulas e para os tubos de materiais plásticos, non se empregan en xeral nin nos tubos de formigón nin nos metálicos (aceiro e fundición), excepto cando estes últimos tubos se unan mediante bridas, en cuxo caso o concepto PN caracteriza ás mesmas.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Ante unha variedade de definicións tan ampla, convén resaltar que o proxectista debe fixar como punto de partida a presión de servizo, que é a que demandará o usuario final. Unha vez fixada, a partir dos cálculos realizados con EPANET ou calquera outro programa, iranse derivando as presións na rede: DP, MDP, STP (en condicións de estática, con golpe de ariete e en fase de probas). Por último, o proxectista definirá os materiais de xeito que as súas presións de referencia (PFA, PMA, PEA) sexan superiores as homólogas na rede: PFA>DP, PMA>MDP e PEA>STP.

5.- DIÁMETROS DAS TUBAXES

Diámetro exterior (OD): diámetro exterior medio da cana do tubo nunha sección calquera. Para tubos perfilados exteriormente sobre a cana, tómasse como diámetro exterior o diámetro máximo visto en corte.

Diámetro interior (ID): diámetro interior medio da cana do tubo nunha sección calquera.

Diámetro nominal (DN/ID o DN/OD): designación numérica do diámetro dunha compoñente mediante un número enteiro aproximadamente igual á dimensión real en milímetros. Isto aplícase tanto ó diámetro interior (DN/ID) como ó diámetro exterior (DN/OD).

A dimensión das compoñentes deben designarse utilizando o diámetro nominal empregando os valores indicados neste prego. Os valores de DN deben dende o 31 de Decembro de 2003 tomarse das dúas series seguintes; a primeira refírese ó diámetro interior e a segunda ó exterior. As normas do produto deben indicar a que se refiren.

DN/ID: 20, 30, 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000, 1.100, 1.200, 1.250, 1.300, 1.400, 1.500, 1.600, 1.800, 2.000, 2.100, 2.200, 2.400, 2.500, 2.600, 2.800, 3.000, 3.200, 3.500, 4.000.

DN/OD: 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 710, 800, 900, 1.000, 1.100, 1.200, 1.250, 1.300, 1.400, 1.500, 1.600, 1.800, 2.000, 2.100, 2.200, 2.400, 2.500, 2.600, 2.800, 3.000, 3.200, 3.500, 4.000.

Por materiais, o diámetro nominal se corresponde aproximadamente ben co diámetro interior ben co exterior, como se indica na táboa:

Táboa 2. Valor do diámetro nominal segundo o tipo de tubo.

Material	F	A	PRFV	FD	PE	PVC	PVC-O
ID							
OD							

Onde:

F: formigón armado

A: aceiro

PRFV: poliéster reforzado con fibra de vidro

FD: fundición dúctil

PE: polietileno

PVC: policloruro de vinilo

PVC-O: policloruro de vinilo orientado

As normas de produto das compoñentes designadas con DN/ID deben especificar o diámetro interior coa súa tolerancia. Estes valores deben ser os admitidos segundo a Táboa 3.

As normas de produto das compoñentes designadas con DN/OD deben especificar o diámetro exterior, o espesor da parede e as tolerancias correspondentes.

As tolerancias en menos, respecto ao diámetro interior calculado a partir dos valores nominais ofrecidos polas normas de produto, non deben de superar os valores da Táboa 3.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Táboa 3. Tolerancias respecto ó diámetro interior.

DN (mm)	Tolerancia en menos respecto á media (mm)	Tolerancia en menos en valor individual (mm)
DN<80	0,05 DN	0,1 DN
80≤DN≤250	5	10
250<DN≤600	0,02 DN	0,04DN
DN>600	15	30

6.- UNIDADES

De acordo co disposto no Real Decreto 1317/1989, de 27 de outubro, polo que se establecen as Unidades Legais de Medida, o Sistema Legal de Unidades de Medida Obrigatorio en España é o sistema métrico decimal de sete unidades básicas, denominado Sistema Internacional de Unidades (SI), adoptado pola "Conferencia Xeral de Pesas e Medidas" e vixente na Comunidade Económica Europea.

Son unidades básicas do Sistema Internacional de Unidades as seguintes:

Táboa 4. Unidades do sistema internacional.

Magnitude	Unidade	Símbolo
Lonxitude	Metro	m
Masa	Quilogramo	kg
Tempo	Segundo	s

Son unidades derivadas do sistema Internacional as seguintes:

Táboa 5. Outras magnitudes derivadas do sistema internacional, símbolo e equivalencia.

Magnitude	Unidade	Símbolo	Equivalencia
Superficie	Metro cadrado	m ²	
Volumen	Metro cúbico	m ³	
Velocidade	Metro por segundo	m/s	
Aceleración	Metro por segundo cadrado	m/s ²	
Forza	Newton	N	kg·m/s ²
Presión	Pascal	Pa	N/m ²
Enerxía	Xulio	J	N·m
Potencia	Vatio	W	J/s
Densidade	Quilogramo por metro cúbico	kg/m ³	
Caudal	Metro cúbico por segundo	m ³ /s	

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Viscosidade cinemática	Metro cadrado por segundo	m ² /s	
------------------------	---------------------------	-------------------	--

A correspondencia entre as unidades do sistema Internacional (SI) e as do Sistema Metro-Quilopondio-Segundo (MKS) é a seguinte:

Forza:

1 N = 0,102 kp

e inversamente

1 kp = 9,81 N

Presión:

1 N/mm² = 10,197 kp/cm²

e inversamente

1 kp/cm² = 0,0981 N/mm²

O MPa correspóndese cunha forza de 1 Newton aplicada en 1 mm². O Quilopondio (kp) denomínase tamén quilogramo forza (kgf).

Utilízase tamén coma unidade de presión o metro de columna de auga (m.c.a.) que expresado en Pascals ten un valor de 9.800 Pa ou 0,098 MPa. Como resume podemos observar a Táboa 6.

Neste prego usarase o MPa coma medida da presión, de acordo co S.I. de unidades.

Táboa 6. Relación entre as unidades de presión.

Relación entre as unidades de presión							
	Pa	MPa	Kp/cm ²	atm	m.c.a.	mm Hg	bar
1 Pa	1	10 ⁻⁶	10,2·10 ⁻⁶	9,87·10 ⁻⁶	1,02·10 ⁻⁴	0,0075	0,00001
1 MPa	10 ⁶	1	10,1972	9,86923	101,974	7.500,62	10
1 Kp/cm²	98.066,5	0,098067	1	0,96784	10	735,559	0,98067
1 atm	101.325	0,101325	1,03323	1	10,3326	760	1,01325
1 m.c.a.	9.806,38	0,009806	0,1	0,09678	1	73,5539	0,09806
1 mm Hg	133,322	1,333·10 ⁻⁴	0,00136	0,00132	0,013595	1	0,00133
1 bar	100.000	0,1	1,01972	0,98692	10,1974	750,062	1

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (2000). *UNE-EN 805. Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes*. AENOR.

AYUNTAMIENTO de VALENCIA (2001). *Pliego de Condiciones Técnicas para la nueva gestión del servicio de abastecimiento de agua a la ciudad de Valencia. Ciclo integral del agua*. Ayuntamiento de Valencia.

CYII (1995). *Normas para el abastecimiento de aguas*. Canal de Isabel II .

EMASESA (2005). *Instrucciones Técnicas para las redes de abastecimiento*. Ayuntamiento de Sevilla.

URALITA (2004). *Manual de conducciones Uralita*. Thomson-Paraninfo.

ITOHG-ABA-1/1

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE ABASTECIMIENTO

TÍTULO	DOTACIÓNs E CAUDAIS DE AUGA EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO A POBOACIÓNs (ABA-1/1)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



**DOTACIÓN E CAUDAIS DE AUGA EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A
POBOACIÓN (ABA-1/1)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC), Efrén Sánchez Muíño(GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- ESTIMACIÓN DAS DEMANDAS E OS CAUDAIS MEDIOS NUN SISTEMA DE ABASTECIMENTO
 - 2.1.- Estimación das demandas de auga urbana
 - 2.1.1.- Introducción
 - 2.1.2.- Dotacións de auga por habitante e día para zonas de abastecemento con consumos diversos
 - 2.1.3.- Dotacións e consumos específicos asociados a tipos de usos do solo
 - 2.1.4.- Dotacións e consumos para actividades específicas ou centros colectivos
 - 2.2.- Estimación das demandas medias industriais
 - 2.2.1.- Introducción
 - 2.2.2.- Dotacións e consumos específicos para industria
 - 2.3.- Estimación das demandas medias gandeiras
 - 2.4.- Estimación das necesidades de auga para a rede de bocas de incendios
 - 3.- COEFICIENTES PARA O CÁLCULO DE CAUDAIS PUNTA
 - 3.1.- Coeficientes punta para variacións estacionais ou diarias en consumos urbanos
 - 3.2.- Coeficientes punta para variacións horarias en consumos urbanos
 - 3.3.- Coeficientes punta para consumos industriais de auga
 - 3.4.- Coeficientes punta para consumos gandeiros de auga
 - 4.- ESTIMACIÓN DA POBOACIÓN NAS FASES DE VIDA ÚTIL DA INFRAESTRUCTURA
 - 4.1.- Método aritmético. Aplicación a Galicia
 - 4.2.- Criterios de cálculo adoptados

BIBLIOGRAFÍA

1.- INTRODUCCIÓN

O obxecto deste documento é servir coma guía para a elaboración de pregos e anexos de cálculo en proxectos de abastecemento de auga en Galicia, mantendo a concordancia cos parámetros indicados nos distintos plans hidrolóxicos e resto de normativa de planificación, ademais da normativa técnica vixente.

Enténdese como augas de abastecemento aquelas que son distribuídas mediante unha rede de condutos, xeralmente a presión, coa finalidade de ser usadas nunha determinada zona de abastecemento.

Na rede de abastecemento deberá circular auga “apta para consumo humano”, tal como se define no Real Decreto 140/2003, que establece os criterios sanitarios da calidade da auga de consumo humano.

Para comezar a redacción dun proxecto, ou elaborar un plan, é necesario facer unha estimación das demandas nas diferentes etapas de planificación ou de vida útil da obra. Estimar as demandas implica, por unha banda, coñecer os consumidores e a súa evolución, e, por outra, coñecer as necesidades de auga de cada un; será importante tamén definir a forma en que será consumida (variacións diarias, semanais, estacionais). Ademais, haberá que ter en conta que todas as variables anteriores poden cambiar ao longo do tempo.

Existen distintos tipos de consumo:

- Doméstico: é a auga que se emprega nos fogares; oscila entre 50 e 200 L/hab-día, que ven sendo o 50% da auga abastecida en aglomeracións medias e grandes.
- Comercial (comercios, hostalaría, oficinas, empresas, etc.).
- Industrial.
- En edificios públicos (escolas, bibliotecas, edificios administrativos, etc.).
- Municipal (edificios administrativos, rego, limpeza de rúas, polideportivos, mercados, etc.).
- Perdas: é este un valor importante en moitos casos, xa que as redes de abastecemento van envellecendo, e as políticas de mantemento e renovación implican fortes inversións. Non debe confundirse a “auga non rexistrada” coa auga perdida en fugas.

Un parámetro básico para estimar os consumos que se han de producir nunha zona de abastecemento son os litros consumidos por habitante e día, L/hab-día. Este valor pódese calcular, para un determinado sistema de abastecemento existente, dividindo o volume consumido nun ano entre a poboación total existente e entre 365 días; é un parámetro que integra tódolos tipos de consumos.

Os principais factores que afectan ao consumo son: tamaño da aglomeración urbana, nivel de vida, nivel de industrialización da cidade, calidade da rede de distribución, clima, limpeza viaria, turismo e o tipo de control sobre o consumo.

A existencia de hábitos ou consumidores singulares na zona a abastecer precisará de estudos específicos que xustifiquen a adopción de valores de dotacións extraordinarios, ou diferentes aos propostos nas seguintes recomendacións.

O deseño dun sistema de abastecemento debe satisfacer os consumos de auga estimados nos momentos de maior demanda, pero é obriga da administración e dos cidadáns facer un correcto e sostible uso do recurso.

2.- ESTIMACIÓN DAS DEMANDAS E OS CAUDAIS MEDIOS NUN SISTEMA DE ABASTECIMENTO

A continuación analízanse as demandas de auga urbana, industrial e gandeira.

A terminoloxía e abreviaturas adoptadas son as seguintes. De forma xeral:

QD: caudal diario e *QH*: caudal horario.

Q_m: caudal medio e *Q_p*: caudal punta.

En función do tipo de consumo:

QD_{m,urb} : caudal ou demanda diaria media anual por consumos urbanos.

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
-------------------------	---	-------------------------

$QD_{m,ind}$: caudal ou demanda diaria media anual por consumos industriais.

$QD_{m,gan}$: caudal ou demanda diaria media anual por consumos gandeiros.

$QD_{m,total} = QD_{m,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,gan}$: caudal ou demanda diaria media anual total (suma de urbana, industrial, e gandeira, ás que se poderán sumar outros posibles consumos singulares).

2.1.- Estimación das demandas de auga urbana

2.1.1.- Introducción

O cálculo da demanda de auga urbana pódese realizar a partir de tres metodoloxías xerais, e non excluíntes:

1. A primeira aproximación baséase en asociar dotacións por habitante e día (L/hab.día). Estas dotacións, xeralmente, integran moitos tipos de consumos (doméstico, comercial, pequena industria integrada na trama urbana, rego, limpeza de viario, rego de zonas verdes, etc.). Para calcular as demandas de auga multiplícase o valor da dotación estimada polos habitantes nos distintos horizontes de cálculo.
2. A segunda aproximación baséase en asociar dotacións aos distintos tipos de solos existentes no planeamento. Para estimar as necesidades de auga dos solos residenciais o cálculo apoiase no parámetro litros por vivenda e por día (hai estimadores orientados a vivendas multifamiliares e a vivendas unifamiliares con parcela); no caso de solos industriais vanse asignar volumes por metro cadrado, ou por hectárea e día; no caso de solos dotacionais (equipamentos públicos, centros sociais, etc.) asígnanse volumes diarios por metro cadrado, ao igual que ás zonas de xardíns que precisen rego.
3. A terceira aproximación baséase en analizar variables específicas de consumidores singulares non industriais, normalmente centros colectivos (hoteis, escolas, etc.).

2.1.2.- Dotacións de auga por habitante e día para zonas de abastecemento con consumos diversos

Nos proxectos de carácter xeral, os valores que se adoptarán para as dotacións son os fixados polo Plan de Abastecemento de Galicia e polo Plan Hidrolóxico de Galicia Costa:

Táboa 1. Dotacións máximas segundo o Plan de abastecemento de Galicia.

Poboación abastecida polo sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Dotacións máximas (L/hab-día)		
	Actividade industrial comercial		
	Alta	Media	Baixa
< 2.000	210	195	180
De 2.000 a 10.000	270	240	210
De 10.000 a 50.000	300	270	240
De 50.000 a 250.000	350	310	280
> 250.000	410	370	330

Os valores anteriores deben considerarse dotacións máximas admisibles; valores superiores deberán xustificarse.

Así mesmo recoméndase, á hora de adoptar dotacións, analizar os datos de facturación e de volumes subministrados dos que dispoñan os municipios e as empresas xestoras de redes de abastecemento próximas ou de contextos urbanos ou rurais similares.

As dotacións presentadas na Táboa 1 implican uns caudais medios. Estes caudais medios preséntanse na táboa seguinte pero referidos a 1.000 habitantes. Da táboa pódese obter unha orde de magnitude do caudal medio que oscila entre 2 e 5 L/s· 1.000 hab., cun valor medio de 3 L/s·1.000 hab.

Táboa 2. Ordes de magnitude de caudais en L/s por cada 1.000 habitantes para as dotacións máximas establecidas.

Poboación abastecida	Caudais en L/s por cada 1.000 hab. para as dotacións máximas de referencia	
XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA

polo sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Actividade industrial comercial		
	Alta	Media	Baixa
< 2.000	2,43	2,26	2,08
De 2.000 a 10.000	3,13	2,78	2,43
De 10.000 a 50.000	3,47	3,13	2,78
De 50.000 a 250.000	4,05	3,59	3,24
> 250.000	4,75	4,28	3,82

No Real Decreto 140/2003 que "Establece os criterios sanitarios da calidade da auga de consumo humano", cita que co fin de que a dotación de auga sexa suficiente para as necesidades hixiénico-sanitarias da poboación e o desenvolvemento da actividade da zona de abastecemento, como obxectivo mínimo debería ter 100 litros por habitante e día.

Aconséllanse as seguintes dotacións mínimas:

Táboa 3. Dotacións mínimas para pequenos núcleos.

Poboación	Dotación (L/hab-día)
< 50	100
< 150	120
< 500	150

2.1.3.- Dotacións e consumos específicos asociados a tipos de usos do solo

Tanto nas zonas de nova creación como nas consolidadas urbanísticamente consideraranse os consumos seguintes:

Táboa 4. Dotacións para solo urbano residencial con vivendas multifamiliares.

Superficie da vivenda (m ²)	Dotación (m ³ /vivenda-día)
≤ 120	0,90
120 a 180	1,05
> 180	1,20

En urbanizacións a dotación defínese segundo a superficie da parcela a abastecer:

Táboa 5. Dotacións para solo urbano residencial con vivendas unifamiliares con parcela segundo a superficie da parcela a abastecer.

Superficie da parcela (m ²)	Dotación (m ³ /vivenda-día)
≤ 200	1,20
200 a 400	1,60
400 a 600	2,00
600 a 800	2,50
800 a 1.000	3,00

As dotacións das táboas anteriores inclúen outros consumos típicos de zonas residenciais urbanas (consumos comerciais, limpeza de rúas, fugas, etc.), ademais dos domésticos.

Cando as zonas verdes representen superficies importantes será necesario realizar unha estimación específica das demandas para este fin.

Táboa 6. Dotacións para zonas verdes, comúns e públicas.

Superficie de rego (ha)	Dotación (m ³ /ha-día)			
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">XUNTA DE GALICIA</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">AUGAS DE GALICIA</td> </tr> </table>		XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA		

< 3	20 a 40
> 3	Outras fontes

Para as superficies ou solos definidos como dotacionais asignanse as seguintes demandas:

Táboa 7. Demandas de solos clasificados como dotacionais.

Parámetro	Dotación
m ³ /ha-día	50 a 100
L/s-ha	0,6 a 1,15

2.1.4.- Dotacións e consumos para actividades específicas ou centros colectivos

En proxectos singulares ou de especial relevancia, ha de se facer un cálculo máis específico das demandas, que non deben superar as do apartado 2.1.2 salvo por causas moi xustificadas.

Nos centros colectivos a dotación será a que se indique na seguinte táboa. Algúns dos valores presentados son útiles tamén para a estimación de demandas estacionais.

Táboa 8. Dotación para centros colectivos.

Tipo de centro	Consumo
Escola (de día sen comedor nin duchas)	20 a 40 L/persoa-día
Escola (de día con cafetería ou comedor)	40 a 60 L/persoa-día
Escola (de día con comedor e duchas)	60 a 80 L/persoa-día
Piscina	20 a 50 L/persoa-día
Acuartelamentos	30 L/hab-día
Hospitais e clínicas (sen considerar consumo de restauración e lavandería)	60 L/cama
Hospitais (consumo total)	450 a 900 L/hab-día
Hoteis (segundo categorías; sen considerar consumo de restauración e lavandería)	100 a 160 L/habitación
Hoteis (segundo categorías; considerando restauración e lavandería)	200 a 400 L/praza
Residencias de maiores (sen considerar consumo de restauración e lavandería)	40 L/cama
Oficinas	40-60 L/hab-día
Restaurante	25 a 40 L/persoa-día
Teatro (por asento, dúas funcións día)	10 a 20 L/asento-día
Cámping	60 a 120 L/praza-día

Para os servizos as dotacións son:

Táboa 9. Dotación para servizos dos concellos.

Tipo de servizo	Consumo
Limpeza de rúas	1 a 1,5 L/m ²
Mercados	125 a 750 L/posto-día
Limpeza de mercados	5 L/m ² -día
Limpeza de matadoiro (gando grande)	300 L/cabeza

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
-------------------------	---	-------------------------

Limpeza de matadoiro (gando pequeno)	150 L/cabeza
Retretes públicos	60 L/praza-hora
Urinaris públicos	200 L/praza-hora

2.2.- Estimación das demandas medias industriais

2.2.1.- Introducción

A estimación das demandas industriais pode enfocarse de tres formas distintas, non excluíntes, nun mesmo sistema de abastecemento. A continuación preséntanse tres posibles escenarios:

1. O consumo industrial non significa un consumo singular e considérase integrado na dotación L/hab·día que se adopta para unha zona de abastecemento. Presentáronse, no apartado 2.1.2, táboas que consideran dotacións que teñen en conta esta circunstancia, e que permiten diferenciar entre actividade industrial-comercial baixa, media ou alta.
2. As demandas industriais dependen do desenvolvemento dos polígonos industriais, nos que se descoñece o tipo de actividade que se instalará pero nos que non se espera que se implanten industrias con procesos con altos consumos de auga. Estes polígonos industriais, se ben están planificados e aparecen nos plans xerais, precisan dunha valoración sobre o seu crecemento ou consolidación. Asígnanse consumos a partir do parámetro L/s·ha.
3. Hai algunha actividade na actualidade, ou se implantará algunha no futuro, con consumos elevados. Neste caso será preciso realizar estudos específicos de consumo ou realizar unha revisión bibliográfica de consumos dese tipo de industria. Na bibliografía aparecen parámetros para o cálculo de demandas de auga asociados ao número de operarios, aos metros cadrados de industria, ao número de unidades producidas, etc.

2.2.2.- Dotacións e consumos específicos para industria

Dotacións a asignar por superficie bruta de solo (é dicir, considerando viarios, xardíns, aparcadoiros, etc.), ao polígono, industrial:

Táboa 10. Caudais de augas para abastecemento de zonas industriais.

Tipo de industria e/ou comercio	Dotación (L/s·ha)	Dotación (L/m²·día)
Baixo consumo de auga	0,25	2,16
Consumo medio de auga	0,5	4,32
Alto consumo de auga	1	8,64

En polígonos industriais comerciais, de almacenamento, oficinas, pequena empresa, etc., aconséllase usar o valor de 0,25 L/s·ha (2,16 m³/ha·día).

Se nun polígono industrial, existise algunha industria que polas súas singularidades teña un maior consumo de auga que as restantes a análise do consumo realizarase industria a industria.

Estimaranse en detalle os caudais para as industrias máis importantes e o resto da dotación será en función da actividade e do número de operarios. As estimacións realizaranse a falla de datos máis precisos coa táboa seguinte:

Táboa 11. Dotación para industrias segundo o sector industrial (Plan Hidrolóxico de Galicia Costa).

SECTOR	Dotacións (m³/empregado·día)
Refino petróleo	14,8
Química	
Fabricación de produtos básicos, excluídos os farmacéuticos	16,0
Resto	5,9
Alimentación:	

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
-------------------------	---	-------------------------

Industrias, alcohois, viños e derivados da fariña	0,5
Resto	7,5
Papel:	
Fabricación de pasta de papel, transformación papel e cartón	20,3
Artes gráficas e edición	0,6
Curtidos	3,3
Material de construción	2,7
Transformados do caucho	1,8
Téxtil:	
Téxtil seco	0,6
Téxtil ramo da auga	9,2
Transformados metálicos	0,6
Resto	0,6

2.3.- Estimación das demandas medias gandeiras

As necesidades de auga da cabana gandeira, que pode estar concentrada, en ocasións, en poucas explotacións, pódense estimar a partir de dotacións asociadas a cada tipo de animal. En pequenos sistemas de abastecemento estes consumos poden ser significativos e pode ser necesario o seu estudo particular.

Cando sexa necesaria a introdución dos consumos de auga para granxas tomaranse os datos seguintes:

Táboa 12. Dotacións para granxas.

Tipo de animal	Estabulada L/cabeza-día	Non estabulada L/cabeza-día
Vacún de leite	90 a 120	100
Res maior (agás vacún de leite)	90	80
Ovino e caprino	15	10
Porcino	50	
Coellos e similares	1 a 3	
Aves	0,5	

2.4.- Estimación das necesidades de auga para a rede de bocas de incendios

En España non existe normativa de obrigado cumprimento a nivel estatal no que se refire ás necesidades hidráulicas das bocas de incendios. A única norma na que se podía atopar algunha referencia sobre necesidades hidráulicas era a Norma Básica de la Edificación, "NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios en los edificios" (RD 2177/1996), a cal foi derogada polo Código Técnico de la Edificación, CTE, (RD 314/2006), "DB SI - Seguridade en caso de incendios".

A NBE-CPI/96 especificaba as necesidades hidráulicas dunha boca de incendios en garantir o funcionamento simultáneo de 2 bocas de incendios consecutivas durante 2 horas cun caudal mínimo de 1.000 L/min para cada un e unha presión mínima de 10 mca; nos núcleos urbanos consolidados nos que non se puidese garantir o caudal de abastecemento de auga, podía aceptarse que este fose de 500 L/min, pero a presión debía manterse en 10 mca. Tamén citaba que a distancia entre eles, medida por espazos públicos, non debía ser maior que 200 m.

De todos os xeitos, estas referencias eran só recomendacións e deixaba ás autoridades locais o establecer condicións para as bocas de incendios.

Esta Instrución considera adecuado o uso das referencias anteriores.

Por outra banda, as bocas de incendios deberán cumprir as condicións establecidas no "Reglamento de instalaciones de protección contra incendios" (RD 1942/1993), que fan referencia a que hai que axustarse ás normas UNE 23405, UNE 23406 e UNE 23407, actualmente substituídas pola norma UNE-EN 14384.

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
-------------------------	---	-------------------------

Devandita norma UNE, entre outras cousas, determina a caracterización hidráulica das bocas de incendios, isto é, a relación que debe existir entre o caudal descargado e a presión diferencial na boca de incendios. Concretamente, a norma UNE-EN 14384:2006 (Hidrantes de columna), no apartado 4.20 indícanos:

"Cando se probe de acordo ao apartado 5.3 o **Kv** non debe ser menor do valor adecuado recollido na Táboa 4" (ver figura ao final desta páxina).

E no apartado 5.3, onde se especifica o método de ensaio para determinar as características do fluxo de cada unha das saídas da boca de incendios, indícanos:

"Para cada medida, calcúlase o **Kv** como segue:

$$Kv = \frac{Q}{\sqrt{P_1 - P_2}}$$

onde Q é o caudal medido (m³/h), e p₁-p₂ é a presión diferencial medida (bar)".

O coeficiente de fluxo **Kv** é a taxa de fluxo, en m³/hora, que provoca unha presión diferencial dun bar a través da boca de incendios. Este coeficiente está relacionado tanto co caudal como coas presións, xa que **Kv** obtense como unha relación entre o caudal e a presión.

Os valores de **Kv** están fixados; así, para as bocas de incendios enterradas son de 60 ou 75 segundo o DN de entrada, e para as bocas de incendios de columna son especificados nunha táboa, a numero 4, de UNE correspondente, que se reproduce a continuación.

Táboa 13. Valor do coeficiente Kv segundo a UNE-EN 14384:2006

Tamaño e número de saídas a probar										
DN da boca de incendio	1x37,5 mm	2x37,5 mm	1x50 mm	2x 50 mm	1x 65 mm	2x65 mm	1x100 mm	2x100 mm	1 x 150 mm	2x 150 mm
80 y 100	30	60	40	60	80	140	160"	-	-	-
150	-	-	-	-	80	140	160	280	300	-
<p>"Non aplica a DN 80 • Combinación de DN e tamaño da entrada</p>										

EPANET, programa de cálculo de referencia nestas Instrucións, permite utilizar o coeficiente Kv (denominado "coeficiente do emisor" como unha opción ao definir un nó), polo que se pode calcular o caudal que aportaría unha boca de incendios nunha determinada situación da rede, sen mais que definir un nó e dotalo do coeficiente adecuado.

Algúns autores propoñen metodoloxías para simular con maior exactitude o que sucede na realidade e teñen en conta os elementos que se conectan á boca da boca de incendios, por exemplo as manguerías. (Abreu et ao., 1995).

A colocación de bocas de incendios no exterior dos edificios tamén se contempla no CTE "DB SI - Seguridad en caso de incendio", concretamente na "Sección SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios". A táboa que se presenta a continuación é unha síntese da "Tabla 1.1 - Dotación de instalaciones de protección contra incendios", que contempla outros tipos de instalacións de protección, ademais das bocas de incendio exteriores. Como se apreciará faise referencia á superficie construída.

Táboa 14. Dotación de instalacións de protección contra incendios

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
-------------------------	---	-------------------------

	Altura de evacuación	Se a altura de evacuación descendente excede de 28 m ou se a ascendente excede 6 m, así como en establecementos de densidade de ocupación maior que 1 persoa cada 5 m² e cuxa superficie construída está comprendida entre 2.000 y 10.000 m².	<i>O CTE di que para o cómputo cóntanse as bocas de incendios que se atopan na vía pública a menos de 100 m da fachada do edificio</i>
Xeral	Por superficie construída	1 ata 10000 metros + fracción	
Residencial vivenda	Por superficie construída	1 se a superficie construída está entre 5000 e 10000 m ² e un máis por cada 10000 m ² ou fracción	
Administrativo	Por superficie construída	1 se a superficie construída está entre 5000 e 10000 m ² + fracción	
Residencial público	Por superficie construída	1 se a superficie construída está entre 2000 e 10000 m ² + fracción	
Hospitalario	Por superficie construída	1 se a superficie construída está entre 2000 e 10000 m ² + fracción	
Docente	Por superficie construída	1 se a superficie construída está entre 5000 e 10000 m ² + fracción	
Comercial	Por superficie construída	1 se a superficie construída está entre 1000 e 10000 m ² + fracción	
Pública concurrencia	Por superficie construída	1 se a superficie construída está entre 500 e 10000 m ² + fracción	
		Recintos deportivos: 1 se a superficie construída está entre 5000 e 10000 m ² + fracción	
Aparcamiento	Por superficie construída	1 se a superficie construída está entre 1000 e 10000 m ² + fracción	

De forma máis xeral e de acordo coas indicacións da Axencia Galega de Emerxencias (AXEGA):

- Ubicaranse bocas de incendios en tódolos núcleos de máis de 1000 habitantes.
- Ubicaranse bocas de incendio en tódolos núcleos.
- Ubicaranse tomas de incendio en tódolos depósitos.

3.- COEFICIENTES PARA O CÁLCULO DE CAUDAIS PUNTA

Utilizando os valores presentados no apartado anterior, obtéñense os valores dos caudais medios a subministrar, valores medios anuais. Na súa forma máis xenérica, o caudal diario medio anual de abastecemento dunha poboación é o resultado de multiplicar a poboación do ano horizonte de proxecto pola dotación media adoptada (L/hab.día).

Pero os consumos varían tanto ao longo do ano como das semanas ou das horas do día; responden aos hábitos da poboación ou ás actividades dunha zona de abastecemento. Ao consumo medio diario, obtido segundo se amosa nos apartados anteriores, hai que dotalo de coeficientes de maioración de puntas. As puntas son de dous tipos:

- Estacionais: os meses de verao soen implicar un maior consumo de auga (regos de xardíns, piscinas, maior frecuencia de duchas, ...).
- Horarias: o consumo diario non se realiza de modo uniforme. Hai horas do día con consumos maiores e outras con menor consumo.

A terminoloxía e abreviaturas adoptadas son as seguintes:

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
-------------------------	---	-------------------------

$C_{p,est,urb}$: coeficiente punta de variación estacional (ou diaria) da demanda urbana ao longo do ano.
 $C_{p,h,urb}$: coeficiente punta de variación horaria da demanda de auga urbana ao longo do día.
 $C_{p,h,ind}$: coeficiente punta de variación horaria da demanda de auga industrial ao longo do día.
 $C_{p,h,gan}$: coeficiente punta de variación horaria da demanda de auga por gandería ao longo do día.

$QD_{p,urb}$: caudal ou demanda diaria punta no ano por consumos urbanos.

$$QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot C_{p,est,urb}$$

Non se considerarán coeficientes punta estacionais en industria nin en gandería, polo tanto pódese definir un caudal diario punta total:

$QD_{p,total}$: caudal ou demanda diaria punta total no ano por todos os consumos.

$$QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,gan}$$

$$QD_{p,total} = QD_{m,urb} \cdot C_{p,est,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,gan}$$

Este caudal, ou demanda, é de interese nos cálculos de dimensionamento das Estacións de Tratamento de Auga Potable (ETAP) e no cálculo de caudais máximos e volumes máximos a achegar aos depósitos de cabeceira dun sistema de abastecemento.

$QH_{p,urb}$: caudal ou demanda horaria punta urbana no día de máximo consumo no ano.

$$QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot C_{p,h,urb} = QD_{m,urb} \cdot C_{p,est,urb} \cdot C_{p,h,urb}$$

$QH_{p,ind}$: caudal ou demanda horaria punta por consumos industriais.

$$QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot C_{p,h,ind}$$

$QH_{p,gan}$: caudal ou demanda horaria punta por consumos da gandería.

$$QH_{p,gan} = QD_{m,gan} \cdot C_{p,h,gan}$$

Non se considerarán puntas estacionais ou horarias por consumos de gandería, como se matizará en apartados posteriores, por lo que $C_{p,h,gan}$ será igual a 1.

$QH_{p,total}$: caudal ou demanda horaria punta total (suma de urbana, industrial, e gandeira, aos que se poderán engadir outros posibles consumos singulares).

$$QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,gan}$$

Este caudal é de interese nos cálculos de dimensionamento das conducións augas abaixo de depósitos de regulación.

$C_{p,global}$: coeficiente punta global de variación horaria que se obtén ao dividir o caudal horario punta total ($QH_{p,total}$) entre o caudal medio diario ao longo do ano ($QD_{m,total}$).

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
------------------	---	------------------

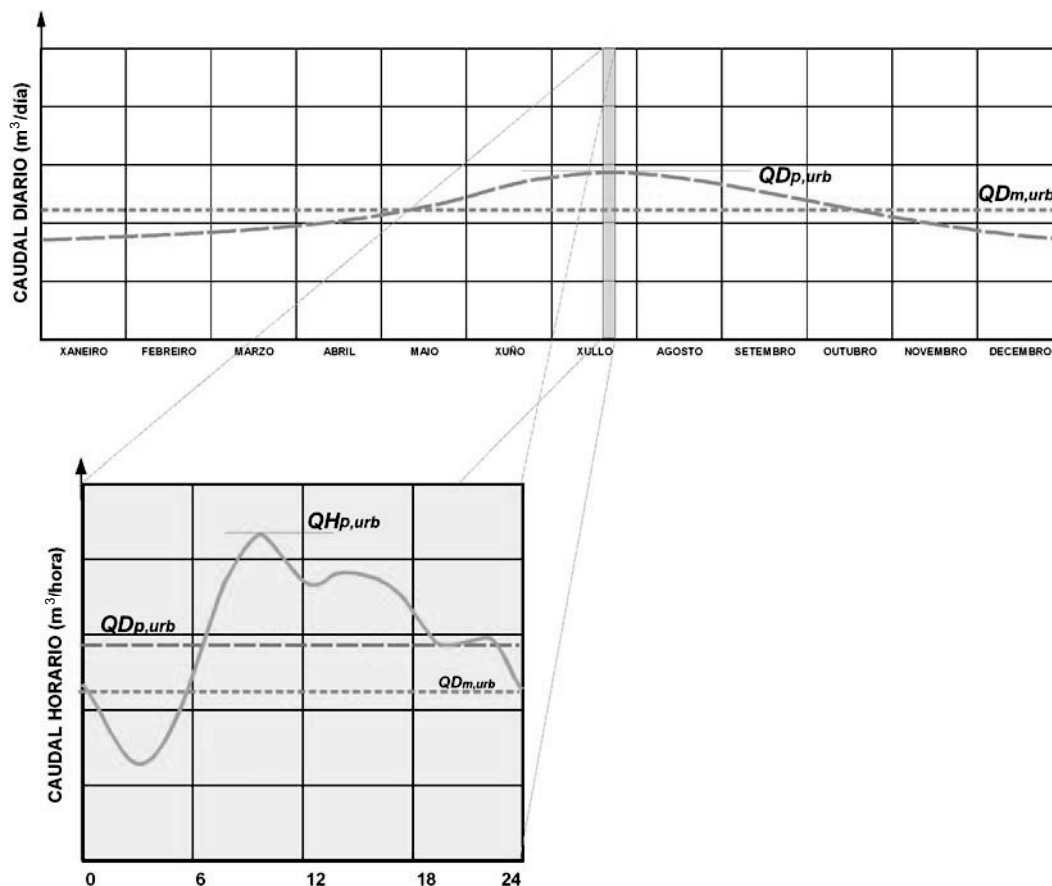


Figura 1. Caudais diarios ao longo do ano, $QD_{m,urb}$ e $QD_{p,urb}$, e punta horaria no día de máximo consumo.

3.1.- Coeficientes punta para variacións estacionais ou diarias en consumos urbanos

Considerarase, de forma xeral, unha punta estacional de consumos medios diarios urbanos (na época estival fundamentalmente) de 1,4 nos sistemas de abastecemento. Este valor afecta directamente á produción da ETAP, que no verao terá que fornecer un incremento de produción aos depósitos (que deberán dimensionarse con máis volume de almacenamento para esas épocas de maior consumo) e para as conducións.

Este coeficiente pode reducirse se na zona de abastecemento do proxecto se xustifica con datos locais ou de zonas similares, unha baixa ou nula estacionalidade dos hábitos de consumo.

Este coeficiente cobre os cambios de hábitos de consumo da poboación estable dunha zona de abastecemento, e podería integrar o aumento de consumo xerado por unha certa poboación estacional, por exemplo de orixe turística (tanto de inverno como de verán). No caso en que a poboación estacional, nun escenario futuro supoña un porcentaxe superior ao 20% da poboación permanente deberá realizarse un estudo específico dese tipo de poboación, tal como se indica no apartado 4.1. deste documento, e poderá valorarse a adopción dun valor menor de coeficiente punta estacional global, aínda que non será inferior a 1,2.

3.2.- Coeficientes punta para variacións horarias en consumos urbanos

Dado que se entende que os sistemas de abastecemento contan con regulación (depósitos), as puntas horarias son laminadas por estes. Os valores dos coeficientes punta horarios non afectan á produción en ETAP, senón que inflúen só no diámetro das conducións augas abaixo dos depósitos, que teñen que asumir o incremento de caudal. Proponse para este fin a expresión seguinte (utilizada polo Canal de Isabel II), que permite estimar a punta horaria a partir do caudal medio anual dunha zona de abastecemento.

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
------------------	---	------------------

Para poucos habitantes, o factor limitante do cálculo das conducións será o diámetro mínimo, polo que os altos coeficientes asociados a baixas poboacións carecen de significación real.

Considérase adecuado o uso da expresión utilizada polo Canal de Isabel II introducindo $QD_{m,urb}$ en L/s.

$$Cp_{h,urb} = 1,8 \cdot \left(1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right)$$

Como referencia, utilizando as dotacións máximas presentadas na Táboa 1, con baixa presenza de industria, os valores de coeficientes punta que resultan son:

Táboa 15. Coeficientes punta horarios.

POBOACIÓN (hab)	$Cp_{h,urb}$
1.000	2,86
2.000	2,55
4.000	2,33
6.000	2,23
10.000	2,12
15.000	2,06
25.000	1,99
50.000	1,94
100.000	1,90
250.000	1,86

Aínda que o CYII aconsella o uso desta expresión para Cp menores de 3, os resultados que achega para valores maiores considéranse de interese. De todos xeitos as limitacións que se impoñen en diámetros mínimos nas conducións, sobre todo en pequenos abastecementos, cobren dabondo as puntas que se xeran na rede, polo que este coeficiente non será condicionante dende o punto de vista do deseño hidráulico neses casos.

3.3.- Coeficientes punta para consumos industriais de auga

Aconséllase o uso da expresión da Norma Alemá ATV-128, "Standard for the dimensioning and design of stormwater structures in combined sewers":

$$Cp_{h,ind} = (24/\text{horas xornada laboral}) \cdot (365/n^\circ \text{ de días traballados ao ano})$$

Para una industria que traballe 8 horas ao día e 220 días ao ano o $Cp_{h,ind}$ é de 4,97. Unha industria que traballe 16 horas ao día e 220 días ao ano tería como $Cp_{h,ind}$ o valor de 2,5.

3.4.- Coeficientes punta para consumos gandeiros de auga

Non se consideran variacións horarias no consumo gandeiro, polo que o coeficiente punta será igual a 1. Polo tanto:

$$QH_{p,gan} = QD_{m,gan}$$

Exemplo 1

Cálculo de caudais nunha zona de abastecemento a partir de dotacións xerais. Só zona urbana (L/hab·día)

Datos

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
------------------	---	------------------

Características da zona de abastecemento (futuro)

Poboación futura (no hay poboación estacional)	15.000 habitantes
Tipo de zona de abastecemento	Industrial-comercial media

Dotacións e demandas(futuro)

Dotación urbana	270 L/hab-día
-----------------	---------------

Cálculo de consumos medios

Demanda diaria media urbana, $QD_{m,urb}$

- $QD_{m,urb} = 15.000 \text{ hab} \cdot 270 \text{ L/hab.día} \cdot 1 \text{ m}^3 / 1.000 \text{ L} = 4.050 \text{ m}^3 / \text{día}$

Demanda diaria media total, $QD_{m,total}$

- $QD_{m,total} = 4.050 \text{ m}^3 / \text{día}$
- $QD_{m,total} = 1,48 \text{ hm}^3 / \text{año}$
- $QD_{m,total} = 46,88 \text{ L/s}$

Cálculo de demandas e caudais punta

Demanda diaria punta urbana, $QD_{p,urb}$

Como $Cp_{est,urb} = 1,4$ queda:

- $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} = 4.050 \text{ m}^3 / \text{día} \cdot 1,4 = 5.670 \text{ m}^3 / \text{día}$
- $QD_{p,urb} = 65,6 \text{ L/s}$

Demanda diaria punta no ano por tódolos consumos, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{p,urb} = 5.670 \text{ m}^3 / \text{día}$

Demanda horaria punta urbana no día de máximo consumo

Obtense o coeficiente punta horario urbano:

- $Cp_{h,urb} = 1,8 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right] = 1,8 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{46,9} \right)^{0,5} \right] = 2,1$
- $QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot Cp_{h,urb} = 65,6 \text{ L/s} \cdot 2,1 = 135,4 \text{ L/s}$
- $QH_{p,urb} = 487,36 \text{ m}^3 / \text{hora}$

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb}$
- $QH_{p,total} = 487,44 \text{ m}^3/\text{hora} = 135,4 \text{ L/s}$
- $Cp_{global} = \frac{135,4 \text{ L/s}}{46,88 \text{ L/s}} = 2,89$

Exemplo 2

Cálculo de caudais nunha zona de abastecemento a partir de dotacións xerais. Só zona urbana (L/hab-día) con poboación estacional.

Datos

Características da zona de abastecemento (futuro)

Poboación futura permanente	15.000 habitantes
Poboación futura estacional	5.000 habitantes (33% de la permanente)
Poboación futura TOTAL	20.000 habitantes

Dotacións e demandas(futuro)

Dotación urbana	270 L/hab-día
-----------------	---------------

Cálculo de consumos medios

Demanda diaria media urbana, $QD_{m,urb}$

$$\bullet \quad 20000 \cdot 270 \cdot \frac{1}{1000} = 5400$$

Demanda diaria media total, $QD_{m,total}$

- $QD_{m,total} = 5400 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{m,total} = 1,97 \text{ hm}^3/\text{año}$
- $QD_{m,total} = 62,5 \text{ L/s}$

Cálculo de demandas e caudais punta

Demanda diaria punta urbana, $QD_{p,urb}$

Se adopta como coeficiente punta estacional, $Cp_{est,urb} = 1,2$ queda:

- $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} = 5400 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1,2 = 6480 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{p,urb} = 75 \text{ L/s}$

Demanda diaria punta no ano por tódolos consumos, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{p,urb} = 6480 \text{ m}^3/\text{día}$

Demanda horaria punta urbana no día de máximo consumo

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
------------------	---	------------------

Obtense o coeficiente punta horario urbano:

- $Cp_{h,urb} = 1,8 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right] = 1,8 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{62,5} \right)^{0,5} \right] = 2,03$
- $QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot Cp_{h,urb} = 75 L/s \cdot 2,03 = 152,25 L/s$
- $QH_{p,urb} = 548,1 m^3/hora$

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb}$
- $QH_{p,total} = 548,1 m^3/hora = 152,25 L/s$
- $Cp_{global} = \frac{152,25 L/s}{62,5 L/s} = 2,44$

Exemplo 3

Cálculo de caudais nunha zona de abastecemento a partir de dotacións xerais. Só zona industrial (L/s-ha)

Datos

Características da zona de abastecemento (futuro)

Zona industrial futura 20 ha

Dotacións e demandas(futuro)

Dotación solo industrial 0,5 L/s-ha

Cálculo de consumos medios

Demanda diaria media industrial, $QD_{m,ind}$

- $QD_{m,ind} = 20ha \cdot 0,5 L/s.ha \cdot 86.400 s/día \cdot 1 m^3/1.000L = 864 m^3/día$

Demanda diaria media total, $QD_{m,total}$

- $QD_{m,total} = 864 m^3/día$
- $QD_{m,total} = 0,32 hm^3/año$
- $QD_{m,total} = 10,0 L/s$

Cálculo de demandas e caudais punta

Demanda horaria punta industrial

Obtense antes de nada o coeficiente punta.

- $Cp_{h,ind} = \frac{24 \text{ horas}}{8 \text{ horas traballo}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{220 \text{ días}} = 4,98$
- $QD_{m,ind} = 36 \text{ m}^3/\text{hora}$
- $QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot Cp_{h,ind} = 179,28 \text{ m}^3/\text{hora}$

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,ind}$
- $QH_{p,total} = 179,28 \text{ m}^3/\text{hora} = 49,8 \text{ L}/s$
- $Cp_{global} = \frac{49,8 \text{ L}/s}{10,0 \text{ L}/s} = 4,98$

Exemplo 4

Cálculo de caudais nunha zona de abastecemento a partir de dotacións xerais. Zona urbana (L/hab-día) + zona industrial (L/s-ha) + gandería

Datos

Características da zona de abastecemento (futuro)

Poboación futura	15.000 habitantes
Tipo de zona de abastecemento	Industrial-comercial media
Zona industrial futura	20 ha
Actividade gandeira porcina (futuro)	2.000 cabezas

Dotacións e demandas(futuro)

Dotación urbana	270 L/hab-día
Dotación solo industrial	0,5 L/s-ha
Dotación cabeza porcina	50 L/hab-día

Cálculo de consumos medios

Demanda diaria media urbana, $QD_{m,urb}$

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
------------------	---	------------------

- $QD_{m,urb} = 1.500hab \cdot 270L/hab \cdot día \cdot 1m^3/1.000L = 4.050m^3/día$

Demanda diaria media industrial, $QD_{m,ind}$

- $QD_{m,ind} = 20ha \cdot 0,5L/s \cdot ha \cdot 86.400s/día \cdot 1m^3/1.000L = 864m^3/día$

Demanda diaria media gandeira, $QD_{m,gan}$

- $QD_{m,gan} = 2.000cabezas \cdot 50L/cabeza \cdot día \cdot 1m^3/1.000L = 100m^3/día$

Demanda diaria media total, $QD_{m,total}$

- $QD_{m,total} = 4.050 + 864 + 100 = 5.014m^3/día$
- $QD_{m,total} = 1,83hm^3/año$
- $QD_{m,total} = 58,03L/s$

Cálculo de demandas e caudais punta

Demanda diaria punta estacional urbana, $QD_{p,urb}$

Como $Cp_{est,urb} = 1,4$ queda:

- $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} = 4.050m^3/día \cdot 1,4 = 5.670m^3/día$
- $QD_{p,urb} = 65,6L/s$

Demanda diaria punta no ano por tódolos consumos, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,gan} = 5.670m^3/día + 864m^3/día + 100m^3/día$
 $= 6.634m^3/día$

Demanda horaria punta urbana no día de máximo consumo

Obtense o coeficiente punta horario urbano:

- $Cp_{h,urb} = 1,8 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right] = 1,8 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{46,9} \right)^{0,5} \right] = 2,1$
- $QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot Cp_{h,urb} = 65,6L/s \cdot 2,1 = 135,4L/s$
- $QH_{p,urb} = 487,36m^3/hora$

Demanda horaria punta industrial

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
------------------	---	------------------

Obtense antes de nada o coeficiente punta

- $C_{p,h,ind} = \frac{24 \text{ horas}}{8 \text{ horas traballo}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{220 \text{ días}} = 4,98$
- $QD_{m,ind} = 36 \text{ m}^3/\text{hora}$
- $QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot C_{p,h,ind} = 179,28 \text{ m}^3/\text{hora}$

Demanda horaria punta gandeira

Ao non considerar puntas horarias de consumo gandeiro cúmprese que:

- $QH_{p,gan} = QD_{m,gan}$

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,gan}$
- $QH_{p,total} = 670,71 \text{ m}^3/\text{hora} = 186,3 \text{ L/s}$
- $C_{p,global} = \frac{186,3 \text{ L/s}}{58,03 \text{ L/s}} = 3,21$

Exemplo 5

Cálculo de caudais nunha zona de abastecemento a partir das dotación de solos clasificados

Datos

Características da zona de abastecemento (futuro)

Solo residencial, edificios multifamiliares

Nº de vivendas	4.000
Superficie	140 m ²

Solo dotacional

10 ha

Zonas verdes comúns

15 ha

Solo industrial

20 ha

Dotacións e demandas (futuro)

Dotación por vivenda 1,05 m³/viv-día

Dotación solo dotacional 50 m³/ha-día

Dotación rego zonas verdes 20 m³/ha-día

Dotación solo industrial

43,2 m³/ha-día

Cálculo de consumos medios

Demanda diaria media urbana, $QD_{m,urb}$

- Solo residencial : $4.000 \text{vib} \cdot 1,05 \text{m}^3/\text{vib.día} = 4.200 \text{m}^3/\text{día}$
- Solo dotacional: $10 \cdot 50 \text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{día} = 500 \text{m}^3/\text{día}$
- Zonas verdes comúns: $15 \text{ha} \cdot 20 \text{m}^3/\text{ha.día} = 300 \text{m}^3/\text{día}$
- $QD_{m,urb} = 4.200 \text{m}^3/\text{día} + 500 \text{m}^3/\text{día} + 300 \text{m}^3/\text{día} = 5.000 \text{m}^3/\text{día}$

Demanda diaria media industrial, $QD_{m,ind}$

- $QD_{m,ind} = 20 \text{ha} \cdot 43,2 \text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{día} = 864 \text{m}^3/\text{día}$

Demanda media diaria total, $QD_{m,total}$

- $QD_{m,total} = 5.000 + 864 = 5.864 \text{m}^3/\text{día}$
- $QD_{m,total} = 2,14 \text{hm}^3/\text{año}$
- $QD_{m,total} = 67,9 \text{L}/\text{s}$

Cálculo de caudais punta

Demanda diaria punta estacional urbana, $QD_{p,urb}$

Como $Cp_{est,urb} = 1,4$ queda:

- $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} = 5.000 \text{m}^3/\text{día} \cdot 1,4 = 7.000 \text{m}^3/\text{día}$
- $QD_{p,urb} = 810 \text{L}/\text{s}$

Demanda diaria punta no ano por tódolos consumos, $QD_{p,total}$

$$QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} = 7.000 \text{m}^3/\text{día} + 864 \text{m}^3/\text{día} = 7.864 \text{m}^3/\text{día}$$

Demanda horaria punta urbana no día de máximo consumo

Obtense o coeficiente punta horario urbano:

- $Cp_{h,urb} = 1,8 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right] = 1,8 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{57,9} \right)^{0,5} \right] = 2,04$

- $QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot Cp_{hor,urb} = 81,0 \frac{L}{s} \cdot 2,04 = 165 \frac{L}{s}$

Demanda horaria punta industrial

Obtense o coeficiente punta

- $Cp_{h,ind} = \frac{24 \text{ horas}}{8 \text{ horas traballo}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{220 \text{ días}} = 4,98$
- $QD_{m,ind} = 36 \frac{m^3}{\text{hora}}$
- $QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot Cp_{h,ind} = 179,18 \frac{m^3}{\text{hora}}$

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind}$
- $QH_{p,total} = 773,19 \frac{m^3}{\text{hora}} = 214,8 \frac{L}{s}$
- $Cp_{global} = \frac{214,8 \frac{L}{s}}{67,9 \frac{L}{s}} = 3,16$

4.- ESTIMACIÓN DA POBOACIÓN NAS FASES DE VIDA ÚTIL DA INFRAESTRUCTURA

A ecuación básica que rexe o crecemento poboacional é $\Delta P = N - M \pm Pf \pm Mig + T$ onde:

P: incremento da poboación.

N: natalidade.

M: mortalidade.

Pf: poboación flotante.

Mig: movementos migratorios.

T: turismo.

Estes valores dependen de moitos factores, políticos, culturais, sanitarios, polo que é complicado ter unha cifra válida. Os métodos para estimar a poboación baséanse en datos históricos, o que se propón é o método aritmético.

4.1.- Método aritmético. Aplicación a Galicia

Baséase na idea de que o crecemento é constante polo que a poboación evolucionan segundo unha tendencia lineal (Figura 2).

De modo que a ecuación básica é $P = P_0 + K_a \cdot t$ onde:

P: poboación futura (hab).

P₀: poboación actual (hab).

K_a: taxa de crecemento aritmético da poboación, é dicir, o número de habitantes que crece a poboación cada ano.

t: período de tempo para o que se fai a predición (anos).

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
------------------	---	------------------

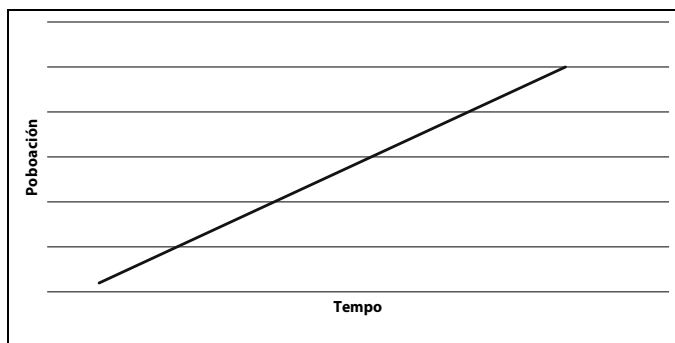


Figura 2. Método aritmético.

É interesante considerar un período histórico previo á predición, que permita ver as tendencias no pasado inmediato, e extrapolar ao futuro. No borrador do Plan de Abastecemento de Galicia aplícase esta metodoloxía, considerando os censos históricos dos anos 1.996, 2.000 e 2.003 . Este é o criterio que se propón para o cálculo da poboación, aínda que deben considerarse padróns máis actuais.

A estimación da poboación futura realízase mediante cálculos en base ás poboacións fixas e máis da poboación estacional dos concellos.

A poboación estacional calcularase a través de dúas fontes: o inventario de aloxamentos e turismo (prazas en hoteis, apartamentos, casas rurais, etc.), e o inventario de vivendas de segunda residencia, que se obtén do censo. No caso das habitacións en hostalería, considerarase unha ocupación plena con dous habitantes por habitación. No caso das segundas residencias, considerase unha ocupación plena con dous habitantes por residencia no medio rural non costeiro (menos denso), e de catro no medio urbano e/ou costeiro (máis denso).

4.2.- Criterios de cálculo adoptados

Para a estimación da poboación futura empregaranse os datos das poboacións dos distintos municipios, parroquias ou entidades de poboación de tres padróns municipais publicados ou outras fontes oficiais. Estes se corresponderán ao último ano publicado, e os correspondentes aos cinco e dez anos antes do último padrón publicado.

Os criterios adoptados para a estimación da poboación futura nos anos horizonte serán os seguintes:

- Considerarase que os municipios, parroquias,... que levan dende o primeiro dos tres padróns diminuindo a súa poboación, non van crecer e, coma moito, a poboación manterase constante.
- Nos municipios, parroquias, ... que crecen nos dous períodos (do primeiro ao segundo, e do segundo ao terceiro), aplicarase a porcentaxe maior de crecemento anual das resultantes en cada un deles.
- Nos municipios, parroquias,... que unicamente crecen nun dos períodos (do primeiro ao segundo ou do segundo ao terceiro), comprobarase se a poboación do ano do primeiro padrón é maior cá do terceiro. Se isto se cumpre, considerarase que a poboación non vai aumentar e polo tanto tómase a do terceiro. No caso contrario, aplicarase o criterio dos municipios que crecen nas dúas etapas.

O incremento da poboación aplicarase ao horizonte temporal do proxecto, que por defecto será de 25 anos.

As estimacións de poboación deben aplicarse dun xeito racional e sobre as unidades territoriais homoxéneas co ámbito do proxecto ou a actuación. Deste modo, se o ámbito do proxecto é unha urbanización nova cun número prefixado de vivendas, non ten sentido aplicar a proxección dos habitantes. Se o ámbito do proxecto é un colector que recolle as augas dun Concello, ou dunha parte dun Concello, as proxeccións deben considerarse sobre o crecemento estimado do Concello ou da parte sobre a que se fai a actuación (parroquia, ...). As actuacións singulares que poidan distorsionar estas tendencias deben considerarse especificamente.

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
------------------	---	------------------

Como información adicional, para xustificar desviación respecto á tendencia xeral, na páxina do Instituto Galego de Estadística (www.ige.eu), poden atoparse series históricas de poboación en www.ige.eu, por comarcas e por municipios. Na páxina web do Instituto Nacional de Estadística (www.ine.es) é posible analizar a evolución da poboación por núcleos e diseminada nos municipios, con datos dende o ano 2.000.

Exemplo 5

Cálculo da poboación de proxecto nun Concello para un ano horizonte (1)

Datos

Concello	Láncara	
Ano horizonte	2.034	
<i>Poboación</i>		
ano 1.998	→	3.337 hab
ano 2.003	→	3.146 hab
ano 2.008	→	3.041 hab

Poboación de proxecto

Crecedemento da poboación

Poboación 1.998 (P1.998) > Poboación 2.003 (P2.003) > Poboación 2.008 (P2.008)

Municipio no que a poboación ven diminuíndo dende 1.998, polo tanto considerárase para realizar o proxecto a poboación de 2.008, salvo xustificación en contra.

Exemplo 6

Cálculo da poboación de proxecto nun Concello para un ano horizonte (2)

Datos

Concello	Barco de Valdeorras	
Ano horizonte	2.034	
<i>Poboación</i>		
ano 1.998	→	12.157 hab
ano 2.003	→	13.507 hab
ano 2.008	→	14.040 hab

Poboación de proxecto

Crecedemento da poboación

$P1.998 < P2.003 < P2.008$

Municipio no que a poboación ven aumentando dende o ano 1.998.

Incrementos de poboación

$$I_{1.998-2.003} = \frac{13.507hab - 12.157hab}{5anos} = 270,00hab / ano$$

$$I_{2003-2008} = \frac{14.040hab - 13.507hab}{5anos} = 106,60hab / ano$$

Aplicarase o incremento de 270,00 hab/ano dende 2.008 ata o ano 2.034, é dicir, ao longo de 26 anos.

$$I_{total} = 270,00hab / ano \cdot 26anos = 7.020hab$$

$$Poboación_{proyecto} = 14.040hab + 7.020hab = 21.060hab$$

Exemplo 7

Cálculo da poboación de proxecto nun núcleo dun Concello para un ano horizonte (3)

Datos

Concello	Salvaterra de Miño
Ano horizonte	2.034

Poboación

ano 1.998	→	8.589 hab
ano 2.003	→	8.117 hab
ano 2.008	→	9.140 hab

Poboación de proxecto

Crecedemento da poboación

$P1.998 > P2.003 < P2.008$

Municipio no que a poboación crece so nun período dende 1.998 a 2.003 pero decrece a continuación.

Compróbase se $P2.008 > P1.998$

En efecto, a poboación crece netamente no período 1.998-2.008. Considerarase o tramo de crecedemento (2.003-2.008).

Incremento de poboación

A taxa anual de crecedemento é

$$I_{2.003-2.008} = \frac{9.140hab - 8.117hab}{5anos} = 204,60hab / ano$$

Este valor é para o conxunto do municipio, para o núcleo considerado de 696 habitantes considérase a relación:

$$\frac{P2.008_{nucleo}}{P2.008_{concello}} = \frac{696}{9.140} = 0,076$$

O crecemento anual do núcleo será de:

$$204,60 \cdot 0,076 = 15,55 \text{ hab/ano}$$

Aplicarase o incremento de 15,55 hab/ano dende 2.008 ata o ano 2.034, é dicir, ao longo de 26 anos.

$$I_{total} = 15,55 \text{ hab/ano} \cdot 26 \text{ anos} = 404 \text{ hab}$$

$$Poboación_{proxeito} = 696 \text{ hab} + 404 \text{ hab} = 1.100 \text{ hab}$$

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (2000). *UNE-EN 805. Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes*. AENOR.

AYUNTAMIENTO de VALENCIA (2001). *Pliego de Condiciones Técnicas para la nueva gestión del servicio de abastecimiento de agua a la ciudad de Valencia. Ciclo integral del agua*. Ayuntamiento de Valencia.

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Ministerio de Fomento (España).

CYII (1995). *Normas para el abastecimiento de aguas*. Canal de Isabel II.

EMASESA (2005). *Instrucciones Técnicas para las redes de abastecimiento*. Ayuntamiento de Sevilla.

MOPU (1975). *Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento y Saneamiento de Poblaciones*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (España).

TEJERO, I.; SUAREZ, J.; JÁCOME, A. y TEMPRANO, J. (2004). *Introducción a la ingeniería sanitaria y ambiental*. E.T.S. de Ing. de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria.

URALITA (2004). *Manual de conducciones Uralita*. Thomson-Paraninfo.

XUNTA de GALICIA (2007). *Plan de abastecimiento de Galicia*. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible.

XUNTA DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS	AUGAS DE GALICIA
------------------	---	------------------

ITOHG-ABA-1/2

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE ABASTECIMIENTO

TÍTULO	CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO A POBOACIÓNs (ABA-1/2)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

**CRITERIOS DE DESEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO A POBOACIÓNs
(ABA-1/2)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO
 - 2.- INFORMACIÓN PREVIA
 - 3.- TRAZADO
 - 3.1.- *Trazado en Alzado*
 - 3.2.- *Dominio Público Hidráulico*
 - 3.3.- *Estradas*
 - 3.4.- *Ferrocarril*
 - 3.5.- *Costas*
 - 3.6.- *Vías pecuarias*
 - 3.7.- *Afección ao patrimonio*
 - 3.8.- *Espazos naturais*
 - 3.9.- *Sistemas acuáticos continentais*
 - 4.- PRESIÓNS
 - 5.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN
 - 6.- DIÁMETROS
 - 7.- MATERIAIS A UTILIZAR
- BIBLIOGRAFÍA
-

1.- OBXECTO

O obxecto da presente instrución é formular os criterios de deseño necesarios para a realización de proxectos de abastecemento. Para iso tratarase o trazado, a situación das tubaxes e outros aspectos xerais de interese na redacción de proxectos. Tamén se imporán unhas distancias mínimas ás fachadas, presións máximas, etc.

2.- INFORMACIÓN PREVIA

Antes de proceder á realización dun proxecto de abastecemento será de especial interese dispor de planos altimétricos da zona, das ordenanzas municipais, de planos de ordenación e clasificación do solo e os planos de situación dos servizos ou instalacións terrestres ou aéreas.

3.- TRAZADO

Con carácter xeral, o trazado das tubaxes de abastecemento será o máis recto posible, debendo instalarse en terreos públicos legalmente utilizables ou, en casos excepcionais e previa consulta con Augas de Galicia, en terreos privados que sexan accesibles de forma permanente e coa constitución da oportuna servidume.

As tubaxes de adución, que unen a rede de tratamento coa de distribución, deberán discorrer por lugares públicos sempre que sexa posible. Nas zonas urbanas, as conducións discorrerán por vías ou espazos públicos non edificables.

Instalaranse dispositivos de purga automática de aire nos puntos altos e alí onde sexa preciso para facilitar o enchido e baleirado da tubaxe. A súa situación e tipoloxías describiranse na ITOHG-ABA-2/1.

Todos os dispositivos de purga automática irán enxertados na xeratriz superior da tubaxe mediante unha válvula de corte que posibilite a súa desmontaxe.

Salvo excepcións inevitables, os condutos que constitúen a rede secundaria aloxaranse baixo as beirarrúas debéndose procurar que o seu tendido sexa dobre, é dicir, que discorran por ámbalas dúas beirarrúas co obxecto de evitar os cruces das rúas coas acometidas que deles se deriven. Ademais en rúas de máis de 15 metros de ancho será obrigatoria a colocación de dúas tubaxes, salvo que exista xustificación en contra. O abastecemento será, sempre que sexa posible, de deseño mallado e non ramificado a non ser fondos de saco. A lonxitude máxima de ramais é de 300 m e /ou non abastecerá a máis de 200 vivendas.

As conducións non discorrerán baixo as árbores nin baixo as súas aliñacións.

Resultará obrigatoria a instalación de válvulas de seccionamento nas derivacións, cruces de calzadas ou vías férreas, pasos de ríos ou canais e, con carácter xeral, nos puntos singulares do trazado. Utilizaranse válvulas de comporta e válvulas de bolboreta.

Ademais de nos puntos sinalados, a instalación das válvulas de seccionamento deberá fixarse en función do diámetro da tubaxe de forma tal que, no caso de intervención nun tramo, o volume a desaugar non sexa superior a 500 m³.

Incluiranse válvulas de descarga en tódolos puntos baixos, que permitan o baleirado completo da tubaxe.

A rede de rego será independente da rede de auga sanitaria, isto vai permitir a utilización de fontes de auga distintas da rede de auga potable, podendo utilizar augas residuais depuradas, captacións de augas subterráneas, etc.

Na elección do trazado das redes de abastecemento deberán terse en conta os posibles servizos que puideran resultar afectados, cos que haberá de existir una separación suficiente para facilitar as labores de explotación, mantemento, etc.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

O cruce con cables ou outras conducións haberá de efectuarse de forma que o trazado da rede resulte o máis perpendicular posible, procurando manter unha separación entre xeratrices \geq a 20 cm, medida no plano vertical.

As redes de abastecemento deberán instalarse cunha separación suficiente das edificacións para reducir na medida do posible os danos que puideran producirse a consecuencia dunha rotura das mesmas.

Con carácter xeral, as distancias mínimas a fachadas, cimentacións ou outras instalacións subterráneas similares, será a seguinte:

- Para tubaxes con DN < 300 mm: distancia mínima = 0,80 m dende a xeratriz exterior.
- Para tubaxes con DN >300 mm: distancia mínima = 0,35 + 1,5 DN dende a xeratriz exterior.

Todo tendido de liñas eléctricas de alta tensión deberá dispor da preceptiva protección regulamentaria. No caso de conducións metálicas ou de formigón con camisa de chapa, deberá afastarse o trazado da condución das liñas eléctricas aéreas de tensión superior a 15 kV polo perigo de corrosión. Pola contra, as liñas subterráneas non soen producir fenómenos eléctricos apreciables sobre as tubaxes soterradas debido á boa calidade do illamento e a vaina protectora, xeralmente conectada a terra, da que soen ir provistas as liñas eléctricas soterradas.

Os valores mínimos a usar para liñas aéreas son os indicados na Táboa 1.

Táboa 1. Distancias mínimas para liñas aéreas de alta tensión

Tensión (KV)	Resistividade (Ohm/m)	Distancia mínima (m)	
		Sen cable de garda	Con cable de garda
15		10	10
63	300	30	15
225	300	110	20
225	60	90	20
380	1.000	200	50
380	300	170	35
380	100	120	25

No proxecto estableceranse as limitacións por afeccións a dominio público, hidráulico o de costas, estradas, liñas ferroviarias e vías pecuarias como se explica nos seguintes apartados.

Se a condución proxectada afecta de forma definitiva ou temporal a zonas de dominio público, zonas de servidume ou zonas de protección de infraestruturas de transporte ou de medios acuáticos, deberá dispoñerse da correspondente autorización. Deberase consultar ao organismo responsable as previsións de futuro en relación a duplicacións de calzada, enlaces, glorietas, etc. No caso en que se vexan afectados terreos non públicos, establecerase o correspondente documento de imposición de uso, servidume ou expropiación, segundo proceda. Os datos para estes documentos deberán formar parte do propio proxecto, e neles deberán sinalarse tanto os propietarios privados coma os organismos públicos afectados.

Será indispensable dispor dos terreos e as autorizacións previamente ao reformulo do Proxecto.

3.1.- Trazado en Alzado

En canto ás profundidades mínimas ás que se deben instalar as redes de abastecemento, con carácter xeral establécese que a xeratriz superior das tubaxes debe quedar a una profundidade mínima \geq 80 cm se discorren baixo as beirarrúas e \geq 100 cm se discorren pola calzada, resultando necesario adoptar as medidas de protección necesarias cando, por causas xustificadas, o recubrimento mínimo indicado non puidera respectarse.

É obrigatorio que as tubaxes de abastecemento de auga se atopen sempre por riba das de saneamento e das dos sumidoiros.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

A profundidade mínima das conducións da rede de sumidoiros determinarase de xeito que se garantan os seguintes condicionantes:

- cumpriranse os requisitos mecánicos xustificativos amosados na serie *ITOHG-MAT*
- gardarase unha profundidade mínima de 1m.

3.2.- Dominio Público Hidráulico

As limitacións na afección ao dominio público hidráulico quedan recollidas na Lei de Augas e no Regulamento do Dominio Público Hidráulico que a desenvolve.

Os textos actualmente en vixencia en España son os seguintes:

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de xullo, polo que se aproba o *Texto Refundido de la Ley de Aguas*. BOE 176, do 24-07-01.
- Real Decreto 927/1988, do 29 de xullo, polo que se aprobou o *Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los Títulos II y III de la Ley de Aguas* (BOE nº 209), do 31 de Agosto; corrección de erros en BOE nº 234, de 29 de Setembro).
- Real Decreto 606/2003, do 23 de maio, polo que se modifica o Real Decreto 849/1986, de 11-4-1986, que aproba o *Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2-8-1985, de Aguas*.
- Lei 62/2003, do 30 de decembro, *de medidas fiscales, administrativas y del orden social. Capítulo V - Acción administrativa en materia de medio ambiente*.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de xullo, polo que se aproba o *Reglamento de Planificación Hidrológica*

Atendendo ao establecido na lexislación, os organismos competentes para a xestión do dominio público hidráulico no ámbito xeográfico da Comunidade Galega son Augas de Galicia, a Confederación Hidrográfica do Cantábrico, a Confederación Hidrográfica do Miño-Sil e a Confederación Hidrográfica do Douro.



Figura 1. Plans hidrolóxicos que afectan a Galicia.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Constitúen o dominio público hidráulico do Estado, coas excepcións expresamente establecidas na Ley de Aguas:

- As augas continentais, tanto as superficiais como as subterráneas renovables con independencia do tempo de renovación.
- As canles de correntes naturais, continuas ou discontinuas.
- Os leitos dos lagos e lagoas e os dos encoros superficiais en canles públicas.
- Os acuíferos, aos efectos dos actos de disposición ou de afección dos recursos hidráulicos.
- As augas procedentes da desalación de auga de mar unha vez que, fóra da planta de produción, incorpórense a calquera dos elementos sinalados nos apartados anteriores.

O *Texto refundido de la Ley de Aguas*, no seu artigo 4., sinala que "O cauce natural dunha corrente continua ou discontinua é o terreno cuberto polas augas nas máximas crecidas ordinarias".

O *Reglamento de Dominio Público Hidráulico*, aprobado no RD 849/1986 e modificado no RD 606/2003 e no RD 209/2008, indica no artigo 4 que para a determinación do cauce natural ou álveo, atenderáse as características xeomorfolóxicas, ecolóxicas e tendo en conta as informacións hidrolóxicas, hidráulicas fotográficas, cartográficas e históricas dispoñibles.

Este artigo sinala ademais que se considerará como "caudal de máxima crecida ordinaria a media dos caudais máximos anuais, no seu réxime natural producidos durante dez anos consecutivos, que sexan representativos do comportamento hidráulico da corrente" e que ademais teñan en conta o comentado no parágrafo anterior.

No texto refundido da Lei de Aguas establecense, ademais do Dominio Público Hidráulico, outras zona de protección:

ZONA DE SERVIDUME

Chamamos zonas de servidume a unha zona de 5 metros de anchura, a partir das marxes do DPH, en toda a súa extensión.

Esta zona será para uso público que se regulará regulamentariamente.

ZONA DE POLICÍA

Chamamos zonas de policía a unha zona de 100 metros de anchura, a partir das marxes do DPH, en toda a súa extensión.

Nesta zona condicionarase o uso do solo e as actividades que se desenrolen nela.

O artigo 9.2 do Regulamento de DPH (RD 209/2008) sinala ademais que a zona de policía pode ampliarse para incluír as zona donde se concentra o fluxo preferentemente, ao obxecto de protexer o réxime de correntes en avenidas e reducilo risco de danos en persoas e bens. Nestas zonas de fluxo preferente soamente poderán ser autorizadas polos organismos de cunca as actividades non vulnerables fronte a as avenidas e que non supoñan unha redución significativa da capacidade de desaugue da vía.

Para realizar calquera tipo de construción en zona de policía de cauces, esixirase a autorización previa ao Organismo de cunca, a menos que o correspondente Plan de ordenación urbana, outras figuras de ordenamento urbanístico, ou plans de obras da Administración, foran informados polo Organismo de cunca y recolleran as oportunas previsións formuladas ó efecto.

Como criterios xerais de trazado seguiranse os seguintes:

- Deberá evitarse o trazado de conducións pola zona de servidume e intentarase evitar a colocación de infraestruturas complementarias da rede de abastecemento en dita zona.
- Os cruces serán preferentemente por baixo da canle, modificando a sección tipo da gabia co fin de evitar erosións e protexer a tubaxe (gabia macizada de formigón).
- Valorarase a posibilidade de utilizar técnicas de finca co fin de evitar ao máximo as afeccións ao cauce.

No proxecto será preciso incluír a solicitude e a autorización do dominio público hidráulico respecto ao trazado das conducións nesas zonas.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

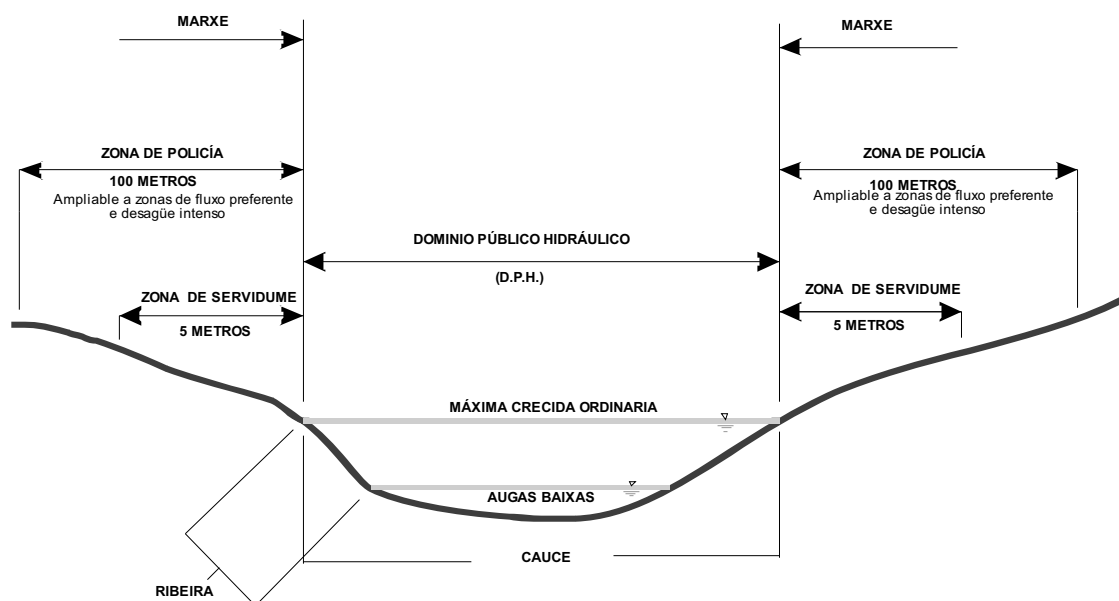


Figura 2. Dominio Público Hidráulico e zonas de protección.

3.3.- Estradas

Cando o trazado das conducións afecte a infraestruturas viarias a forma de proceder será coherente coa seguinte lexislación:

- Lei 25/1988, de 29 de xullo, de *Carreteras* (BOE núm. 182, de 30 de xullo de 1988).
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de setembro, polo que se aproba o *Reglamento General de Carreteras*.
- Lei 4/1994, de 14 de setembro, de Estradas de Galicia.

A *Ley de Carreteras* e o *Reglamento General de Carreteras* establecen as seguintes zonas de protección: de dominio público, de servidume e de afección. A continuación se especifican as características de cada unha delas.

ZONA DE DOMINIO PÚBLICO

Son de dominio público os terreos ocupados polas estradas estatais e os seus elementos funcionais, e unha franxa de terreo de oito metros de anchura en autoestradas, autovías e vías rápidas, e de tres metros no resto das estradas, a cada lado da vía, medidas en horizontal e perpendicularmente ao eixo da mesma, dende a aresta exterior da explanación.

Nas zonas de dominio público só poderán realizarse obras ou instalacións, previa autorización da autoridade competente, cando a prestación dun servizo público de interese xeral así o esixa. Todo isto sen detrimento doutras competencias concorrentes e do establecido no artigo 38 da "*Ley de Carreteras*" e concordantes co Regulamento da lei (artigo 21.3).

Poderase autorizar excepcionalmente a utilización do subsolo na zona de dominio público, para a implantación ou construción de infraestruturas imprescindibles para a prestación de servizos públicos de interese xeral, cos requisitos e procedementos establecidos no Regulamento

ZONA DE SERVIDUME

A zona de servidume das estradas estatais consiste en dúas franxas de terreo a ambos lados das mesmas, delimitadas interiormente pola zona de dominio público, definida nos artigos 21 da *Ley de Carreteras* e 74 do Regulamento, e exteriormente por dúas liñas paralelas ás arestas exteriores da

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

explanación a unha distancia de 25 metros en autoestradas, autovías e vías rápidas, e de oito metros no resto das estradas, medidas dende as citadas arestas (artigo 22.1 do *Reglamento General de Carreteras*).

Na zona de servidume poderanse utilizar conductiones vinculadas a servizos de interese xeral, se non existe posibilidade de levalas máis lonxe da estrada.

O outorgamento das autorizacións para a utilización por terceiros da zona de servidume para os fins expresados, corresponderá á autoridade competente.

ZONA DE AFECCIÓN

A zona de afección dunha estrada estatal consiste en dúas franxas de terreo a ambos lados da mesma, delimitadas interiormente pola zona de servidume e exteriormente por dúas liñas paralelas ás arestas exteriores da explanación a unha distancia de 100 metros en autoestradas, autovías e vías rápidas, e de 50 metros no resto das estradas, medidas dende as citadas arestas (artigo 23.1 do *Reglamento de Carreteras*).

Para executar na zona de afección calquera tipo de obra ou instalacións fixas ou provisionais, cambiar o uso ou destino das mesmas e plantar ou talar árbores, requirirase a previa autorización do Ministerio de Fomento, sen prexuízo doutras competencias concorrentes e do establecido no artigo 38 da *Ley de Carreteras* e 123 do *Reglamento* (artigo 23.2).

A tubaxe discorrerá segundo indica a seguinte figura e observando os parámetros das táboas 2 e 3, en función de que se trate dunha estrada de titularidade estatal ou de titularidade autonómica.

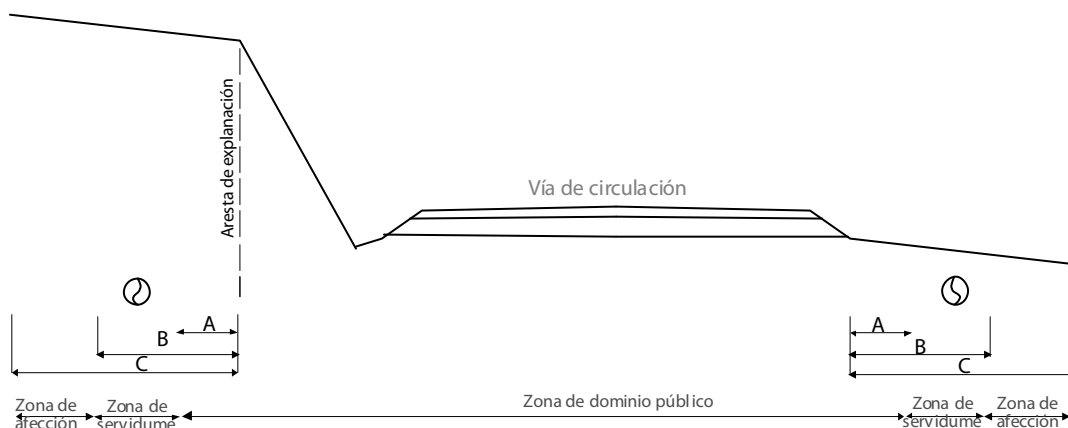


Figura 3. Usos do solo.

Táboa 2. Distancias ás zonas da estrada de titularidade estatal (Ley de Carreteras y Caminos Estatales).

Tipo de estrada	Distancia (m)		
	A	B	C
Autopista, autovía e vías rápidas	8	25	100
Resto de estradas	3	8	50

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Táboa 3. Distancias á rede de saneamento nas estradas de titularidade autonómica (Lei de Estadad Galicia).

Tipo de estrada	Distancia (m)		
	A máx	B menos A	C
Autopista, autovía corredores e vías rápidas	15	17	100
Resto de estradas	10	2	30

En casos puntuais poderá autorizarse a ocupación temporal para acopios.

3.4.- Ferrocarril

A **Ley 16/1987, de 30 de Xulio, de Ordenación de los Transportes Terrestres, e o seu Regulamento 1225/06**, regulan o dominio público en relación co ferrocarril. Delimitan os terreos inmediatos ao ferrocarril e imponen limitacións en relación cos mesmos. Son de aplicación, a este respecto, os artigos 281 e seguintes do regulamento, nos cales defínense as franxas de afección e as actividades nelas permitidas ou prohibidas.

Defínense dúas zonas: a zona de dominio público e a zona de protección.

A zona de Domínio Público (de 0 a 8 metros) poderá utilizarse para obras e instalacións, previa autorización da administración de infraestruturas ferroviarias, cando sexan necesarias para a prestación do servizo ferroviario, ou ben cando a prestación dun servizo público de interese xeral así o esixa, previa autorización do órgano administrativo competente sobre o ferrocarril.

Ademais, o **Real Decreto 2387/2004, de 30 de decembro, polo que se aproba o Regulamento del Sector Ferroviario**, na súa sección II, zona de dominio público, artigo 25, Normas particulares de la zona de dominio público, apartado 2, di:

“Na zona de dominio público, sen prexuízo do establecido no artigo 30, só poderán realizarse obras e instalacións, previa autorización do administrador de infraestruturas ferroviarias, cando sexan necesarias para a prestación do servizo ferroviario ou cando a prestación dun servizo público ou dun servizo ou actividade de interese xeral así o requira”.

Distancia (m)	
A	B
8	70

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

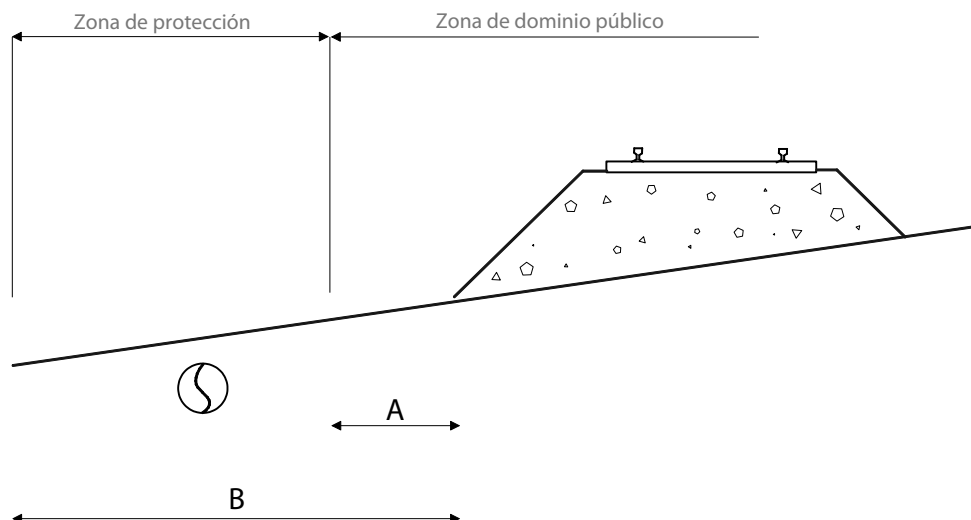


Figura 4. Disposición de tubaxes cando se sitúan paralelas á vía.

Este Regulamento, no seu artigo 30, de medidas de protección, establece respecto a conducións subterráneas que queda prohibida súa construción na zona de dominio público salvo que, excepcionalmente e de forma xustificada, non existindo outra solución técnica factible, se autoricen para a prestación dun servizo de interese xeral, coma a travesía de poboacións. Cando non exista alternativa de trazado, poderanse autorizar na zona de protección, as conducións subterráneas correspondentes á prestación de servizos públicos de interese xeral e as vinculadas a estes, situándoas, en todo caso, o máis lonxe posible da liña ferroviaria.

A entidade explotadora de ferrocarrís é competente para establecer as condicións técnicas e autorizar as afeccións.

3.5.- Costas

A Ley 22/88, de 28 de julio, de Costas establece as restricións ao uso da servidume de protección. Defínese na lei a zona de "servidume de protección" como a zona de 100 metros medida terra adentro dende o límite interior da ribeira do mar. Esta zona pode ser ampliada pola Administración do Estado, de acordo coa da Comunidade Autónoma e o Concello correspondente, hasta un máximo doutros 100 metros, cando sexa necesario para asegurar a efectividade da servidume, en atención ás peculiaridades do tramo de costa de que se trate.

O artigo 32 da Lei de Costas establece que no dominio público marítimo-terrestre unicamente se poderá permitir a ocupación para aquelas actividades ou instalacións que, pola súa natureza, non poidan ter outra situación.

Ademais, no artigo 42 especificábase respecto á utilización de dito dominio público:

1. Para que a Administración competente resolva sobre a ocupación ou utilización do dominio público marítimo-terrestre, formularase o correspondente proxecto básico, no que se fixarán as características das instalacións e obras, a extensión da zona de dominio público marítimo-terrestre a ocupar ou utilizar e as demais especificacións que se determinen regulamentariamente. Con posterioridade, e antes de comezarse as obras, formularase o proxecto de construción, sen prexuízo de que, se o desexa, o petionario poida presentar este e non o básico acompañando á súa solicitude.
2. Cando as actividades proxectadas puidesen producir unha alteración importante do dominio público marítimo-terrestre requirírase ademais unha previa avaliación dos seus efectos sobre o mesmo, na forma que se determine regulamentariamente.
3. O proxecto someterase preceptivamente a información pública, salvo que se trate de autorizacións ou de actividades relacionadas coa defensa nacional ou por razóns de seguridade.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

4. Cando non se trate de utilización pola Administración, acompañarase un estudo económico-financieiro, cuxo contido definirase regulamentariamente, e o orzamento estimado das obras emprazadas no dominio público marítimo-terrestre.

A posta en práctica desta Lei realízase mediante o *Reglamento General para el desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de Costas, RD 1471/1989, de 1 de diciembre*. O Capítulo II do Regulamento dedícase a proxectos e obras (artigos do 85 ao 100). No artigo 88 defínese en que debe consistir o proxecto básico.

O artigo 44 da Lei fai referencia concreta ás estacións depuradoras de augas residuais e establece que se emprazarán fóra da ribeira do mar e dos primeiros 20 metros da zona de servidume de protección. Este mesmo artigo establece que non se autorizará a instalación de colectores paralelos á costa dentro da ribeira do mar, nin nos primeiros 20 metros fóra da ribeira do mar. No Regulamento da *Ley de Costas* matízase que non se inclúen nesta prohibición a reparación de colectores existentes, así como a súa construción cando se integren en paseos marítimos ou outros viarios urbanos.

No entanto, no artigo 2, apartado 2a), do Decreto 158/2005, permítese a autorización das “obras, instalacións ou actividades que, pola súa natureza, non poidan ter outra localización ou presten servizos necesarios ou convenientes para o uso do dominio público marítimo-terrestre, así como as instalacións deportivas descubertas”.

É de interese tamén o artigo 30 desta lei, xa que se establece que para o outorgamento das licencias de obra ou uso que impliquen a realización de vertidos ao dominio público marítimo-terrestre requirirase a previa obtención da autorización de verteduras correspondente.

Por outra banda, na consecución de autorizacións ou concesións para o uso do dominio público marítimo-terrestre hai que aterse ao establecido no artigo 150 do Regulamento. O Regulamento (Art. 150.1) establece que “o outorgamento de autorizacións ou concesións competencia das Comunidades Autónomas e que necesiten a concesión ou autorización do *Ministerio de Medio Ambiente* para a ocupación do dominio público marítimo-terrestre, a efectos de coordinación administrativa, axustarase ao establecido nos apartados seguintes”:

“2. Presentaranse ante o órgano competente da Comunidade Autónoma a solicitude de autorización ou concesión da súa competencia, así coma a de concesión de ocupación do dominio público marítimo-terrestre dirixida ao *Ministerio de Medio Ambiente*. Ambas solicitudes serán acompañadas da documentación requirida para unha e outra pretensión.

3. O órgano competente da Comunidade Autónoma tramitará o proxecto recadando os informes que resulten preceptivos de acordo co establecido neste Regulamento.

4. En todo caso, o preceptivo informe do *Ministerio de Medio Ambiente* cuxa solicitude suporá a conformidade inicial da Comunidade Autónoma ao proxecto de que se trate, emitirase no prazo de dous meses, contados a partir do momento no que se dispoña de toda a documentación necesaria para elo. O informe incluirá o seu pronunciamento sobre a viabilidade da ocupación, así como as condicións en que esta, no seu caso, outorgaríase, no que se refire ao ámbito das súas competencias.

5. O órgano competente da Comunidade Autónoma ofertará ao petionario, conxuntamente coas condicións en que, no seu caso, accedería á solicitude que se formula, as que o Ministerio de Obras Públicas e Urbanismo estableza para o *outorgamento da concesión de ocupación do dominio público.

6. En caso de ser aceptadas as referidas condicións na súa totalidade, o órgano competente da Comunidade Autónoma remitirá o expediente, coa súa proposta, ao Ministerio de Obras Públicas e Urbanismo, aos efectos de que outorgue, no seu caso, a oportuna concesión de ocupación do dominio público marítimo-terrestre.

7. Unha vez outorgada a concesión de ocupación o *Ministerio de Medio Ambiente* devolverá o expediente, xunto co título concesional ao órgano remitente, para que outorgue a concesión ou autorización da súa competencia, de cuxa resolución dará traslado a aquel.”

O artigo 150 do Regulamento di que se presentaran ante o órgano competente da Comunidade Autónoma a solicitude de autorización ou concesión da súa competencia (autorización en zona de servidume segundo o Decreto 158/2005, sendo o servizo competente o “servizo de Autorización e Informes Sectoriais” da Secretaría Xeral de Ordenación do Terriorio e Urbanismo), así como a de concesión de ocupación do dominio público marítimo-terrestre dirixida ao Ministerio de Obras Públicas e Transportes. Ambas solicitudes serán acompañadas da documentación requirida para unha e outra pretensión.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Cando en proxecto se determine unha afección ao Dominio Público Marítimo-Terrestre deberá redactarse unha separata acorde ao artigo 8 do Regulamento de la Lei de Costas, para que a administración competente resolva sobre a ocupación ou utilización de devandito Dominio Público.

3.6.- Vías pecuarias

A Lei de Vías Pecuarias establece que as vías pecuarias son bens de dominio público das Comunidades Autónomas e, en consecuencia, inalienables, imprescriptibles e inembargables. Esta Lei regula os usos compatibles e complementarios e asegura a conservación das vías.

3.7.- Afección ao patrimonio

Se ben algunhas obras hidráulicas están sometidas á realización de procedementos de avaliación ambiental, nas cales as afeccións ao patrimonio son sistematicamente estudadas e valoradas, nos proxectos de obras hidráulicas que non están sometidos a tales procedementos o consultor deberá identificar as zonas catalogadas e valorar a necesidade de realizar unha prospección arqueolóxica. Se esta prospección fose necesaria, realizarase a cargo do propio consultor e as súas conclusións serán integradas e tidas en conta na elaboración do proxecto.

3.8.- Espazos naturais

Deberase ter en consideración por parte do consultor e documentarse a posible afección do proxecto a espazos naturais legalmente considerados, e nomeadamente os definidos pola Lei 9/2001, do 21 de agosto, de conservación da natureza (DOG nº 171, do 4 de setembro).

3.9.- Sistemas acuáticos continentais

Teráse en conta polo consultor o establecido na Lei 7/1992, do 24 de xullo de pesca fluvial e no Decreto 130/1997, do 14 de maio, polo que se aproba o seu regulamento cando:

1. Poida existir afección á vexetación de ribeira
2. Poida existir alteración de fondos ou marxes
3. Se deseñen captacións de auga que modifiquen o caudal circulante polo río
4. Se proxecten presas, diques ou canles

4.- PRESIÓNS

Denomínase presión de servizo á presión interna no punto de conexión da instalación do consumidor, con caudal nulo na acometida (SP).

Con carácter xeral, cando se aborde o deseño dunha rede de abastecemento, deberase considerar que os diámetros das tubaxes han de resultar adecuados para conseguir que a presión que se acade na rede responda ao valor, que dependendo do sector a abastecer e da poboación da que se trate, se teña establecido.

Coma valores de referencia, e sen prexuízo do anterior, pódense considerar presións mínimas de 0,25 MPa e máximas de 0,6 MPa. Máis adiante tabúlase a presión de servizo en función da altura da edificación. Os valores fóra deste intervalo deberán ser xustificados convenientemente. Cando as condicións topográficas impidan o cumprimento do límite superior, dividirase a rede en pisos independentes unidos mediante válvulas reductoras de presión, ou por válvulas de corte.

A presión mínima requirida augas arriba dos hidrantes de incendio será de 0,1 Mpa.

Respecto ás presións que afectan á estrutura, o proxectista especificará as presións de deseño (DP), as máximas de deseño (MDP) e a presión de proba da rede (STP) considerando tódalas condicións de caudal axeitadas. Estas son as accións a considerar.

Por outra banda, están as presións relativas aos compoñentes. PFA (presión de funcionamento máxima admisible), PMA (presión máxima admisible) e PEA (presión de proba en obra admisible) que se definen con detalle na ITGOH-MAT-0. Débese dar en todo caso que:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Táboa 4. Condicións de presión aplicables á especificación de compoñentes.

Compoñentes	Redes
$PFA \geq DP$	
$PMA \geq MDP$	
$PEA \geq STP$	

As tubaxes deberán deseñarse para soportar as condicións que as soliciten ao longo da súa vida, por iso teranse que calcular para que resistan as situacións de consumo nulo, consumo punta e réximes transitorios. Impóranse as condicións seguintes para a presión de funcionamento (OP):

Táboa 5. Valores da presión de funcionamento segundo o consumo.

Consumo cero	Consumo punta
$OP \leq 0,6 \text{ MPa}$	$OP \geq 0,25 \text{ MPa}$

Valores fóra deste rango xustificáranse convenientemente.

A falta de datos a presión mínima recomendable nunha acometida será de 0,25 MPa, coa excepción de edificacións de baixo porte. Segundo o número de plantas pódese tomar:

Táboa 6. Presión hidráulica de servizo en MPa segundo o número de plantas.

Nº de plantas	Presión hidráulica (MPa)
1	0,19
2	0,22
3	0,25
4	0,28
5	0,31
6	0,35
7	0,38
8	0,41
9	0,44
10	0,48
11	0,51
12	0,54
> 12	0,60

Por riba desta presión, hai que xustificar que non haberá problemas de durabilidade en tubaxes ou accesorios. Se non existisen estes datos poderíase aproximar mediante a poboación a abastecer:

Táboa 7. Presión hidráulica en rede secundaria en relación co número de habitantes.

Habitantes	Presión sobre o terreo (MPa)
< 1.000	0,19 (só unifamiliares)
1.000 – 6.000	0,22 (só unifamiliares)
6.000 – 12.000	0,27
12.000 – 50.000	0,34
> 50.000	0,47

5.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

A determinación da velocidade de circulación da auga resulta esencial no deseño dunha rede de abastecemento xa que para un caudal establecido, depende da mesma a elección da tubaxe.

Por razóns funcionais, a velocidade de circulación da auga debe quedar limitada entre un valor máximo e un mínimo. Se a velocidade fose excesivamente alta, producirá elevadas perdas de carga e as sobrepresións derivadas dos posibles golpes de ariete poden resultar de importancia, provocando rotura das conducións. Por outra banda, evitar a erosión dos materiais da tubaxe ou do revestimento constitúe outra das razóns que xustifican a limitación da velocidade máxima de circulación da auga.

Pola contra, cando a velocidade resulta excesivamente baixa, ademais da infrautilización da tubaxe que isto supón, se facilita a formación de depósitos de materias en suspensión que poden provocar obstrucións e incrustacións nas paredes, co que se reduce a sección útil do paso.

En xeral e con carácter orientativo, deberase procurar que a velocidade de circulación da auga dentro das tubaxes acadase un valor comprendido entre 0,3 e 2 m/s; con carácter excepcional para tubaxes de máis de 800 mm de diámetro pode chegar a un valor de 2,5 m/s, e nalgún caso debidamente xustificado a acadar transitoriamente valores de 3,5 m/s.

Sen prexuízo do anterior, e para evitar que exista sedimentación, recoméndase unha velocidade mínima de 0,5 m/s, que debe darse nalgún momento do día.

Táboa 8. Velocidades máximas en función do diámetro.

ID (mm)	V (m/s)
100	0,8
150	0,94
200	1,06
250	1,16
300	1,24
350	1,32
400	1,40
450	1,46
500	1,53
600	1,64
800	1,84
1.000	2,01
1.200	2,17
1.400	2,30
1.600	2,43

Salvo nos caso excepcionais citados, que deberán xustificarse e ser autorizados explicitamente por Augas de Galicia, a velocidade de circulación da auga establecida para os caudais de deseño definidos na ITOHG-ABA-1/1 non será superior aos da Táboa 8.

Os valores dados na Táboa 8 non poden ser superados en distribucións por gravidade. No caso de impulsións tamén se consideran unha referencia obrigada aínda que convenientemente xustificado se pode considerar un incremento do 20%.

6.- DIÁMETROS

O diámetro das tubaxes determinarase en función do caudal e da velocidade de circulación da auga, tralo que se comprobaran as presións nos nós da rede, avaliaranse as perdas de carga do sistema e efectuaranse as correccións precisas (ITOGH-ABA-1/3).

Por razóns funcionais, o diámetro interior mínimo (ID) que se fixa para as tubaxes da rede secundaria é de 80 mm e no caso de que se prevea a instalación de hidrantes contra incendios, o diámetro mínimo (ID) requirido será de 150 mm. O diámetro mínimo para polígonos industriais é de 150 mm. No caso de abastecementos a núcleos

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

illados de moi pequena entidade, sen previsión de expansión urbanística poderase baixar ata un diámetro, ID, de 60 mm.

Na rede de distribución os diámetros mínimos a instalar serán, salvo xustificación en contra, os seguintes en función da edificabilidade:

Táboa 9. Diámetros mínimos a instalar nas redes.

Edificabilidade (m ² /m ²)	Diámetros (mm)		
	Rede arterial	Rede secundaria	Industrias
Baixa (Ce≤0,5)	150	80	≥150
Media (0,5<Ce≤1,0)	200	100	
Alta (Ce>1,0)	300	100	

Para dimensionar as tubaxes, resulta de interese coñecer o número máximo de vivendas que se poden abastecer cun determinado diámetro, os valores son os da seguinte táboa:

Táboa 10. Número máximo de vivendas a abastecer cun determinado diámetro.

Diámetro (mm)	Q _{Max} (L/s)	N _{viv} máximo
100	6,3	100
150	16,7	400
> 150	Cálculo coa dotación	

Para instalar tomas en carga, o diámetro da tubaxe de distribución será coma mínimo 2,5 veces superior ao do ramal xeral de abonado. No caso de non ser así, a conexión deberá realizarse mediante unha derivación en T. Nestes ramais o diámetro mínimo a utilizar será de 0,254 m.

7.- MATERIAIS A UTILIZAR

Todos os elementos utilizados nas redes de tubaxes deberán garantir, a lo menos, unha vida útil de 50 anos, salvo casos especiais nos que a utilización de materiais distintos aos sinalados puidera estar xustificada.

Ningunha das compoñentes da rede de abastecemento de auga para consumo humano poderán introducir cambios nas súas características físicas, químicas, bacteriolóxicas ou organolépticas

A descrición dos materias a empregar en saneamento, realízase no volume 2 das instrucións, concretamente na ITOHG-SAN-2/1; a posta en obra detállase no volume 3.

A elección do material da tubaxe dependerá, ademais das condicións de uso, das características da rede existente no entorno no que vai ser instalada.

Táboa 11. Materias da tubaxe e diámetros posibles de utilización.

		25	50	63	75	80	200	>200	300	315	400	630	1.000	1.200	2.400	2.600	
Material	F																
	FD																
	A																
	PRFV																
	PE100																
	PE80																
	PVC																
	PVC-O																

Onde:

F: formigón armado

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

A: aceiro
PRFV: poliéster reforzado con fibra de vidro
FD: fundición dúctil
PE: polietileno
PVC: policloruro de vinilo
PVC-O: policloruro de vinilo orientado

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (2000). *UNE-EN 805. Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes*. AENOR.

AYUNTAMIENTO de VALENCIA (2001). *Pliego de Condiciones Técnicas para la nueva gestión del servicio de abastecimiento de agua a la ciudad de Valencia. Ciclo integral del agua*. Ayuntamiento de Valencia.

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Ministerio de Fomento (España).

CYII (1995). *Normas para el abastecimiento de aguas*. Canal de Isabel II.

EMASESA (2005). *Instrucciones Técnicas para las redes de abastecimiento*. Ayuntamiento de Sevilla.

MOPU (1975). *Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento y Saneamiento de Poblaciones*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (España).

OSORIO, F. y E. HONTORIA (2005). *Fundamentos y cálculo de redes de distribución*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

URALITA (2004). *Manual de conducciones Uralita*. Thomson-Paraninfo.

ITOHG-ABA-1/3

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE ABASTECIMIENTO

TÍTULO	CÁLCULO DE CONDUCCIÓNs (ABA-1/3)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



**CÁLCULO DE CONDUCCIÓN
(ABA-1/3)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO**
 - 2.- MÉTODO SIMPLIFICADO**
 - 2.1.- Ámbito de aplicación**
 - 2.2.- Ecuacións de cálculo**
 - 2.3.- Táboas de datos**
 - 3.- MÉTODO COMPLETO**
 - 4.- FLUXO TRANSITORIO**

BIBLIOGRAFÍA

1.- OBXECTO

O obxecto desta instrución é propor as metodoloxías de cálculo de conducións adecuadas a redes de tamaño pequeno (método simplificado) e de maior envergadura (método completo). Inclúense as ecuacións, os parámetros asociados aos materiais recomendados, e os coeficientes dos accesorios máis comúns.

2.- MÉTODO SIMPLIFICADO

O método simplificado, aplicable a redes de reducido tamaño, baséase nas ecuacións clásicas da hidráulica de tubaxes. A única diferenza co método completo é que neste caso acéptase que os cálculos se realicen sen o apoio dun paquete informático concreto.

Con carácter xeral, os parámetros básicos a considerar no dimensionamento hidráulico dunha tubaxe son os seguintes:

- Suponse un fluxo de auga turbulento e permanente dentro da tubaxe.
- O proxectista pode contemplar o fluxo transitorio de modo simplificado.
- A presión máxima permanente en condicións de servizo que se acade en calquera punto da rede, salvo circunstancias extraordinarias que precisarán autorización expresa de Augas de Galicia, deberá ser a do valor establecido en cada un dos casos, para a presión de servizo (SP).
- O resto de parámetros deben cumprir os requisitos detallados no ITOHG-ABA-1/2.

2.1.- Ámbito de aplicación

Utilizarase o método simplificado sempre que se cumpran as seguintes condicións:

- A rede a calcular no ten máis de 10 nós, e non hai circuitos pechados.
- Abastécese a menos de 1.000 habitantes.
- A maior condución non supera os 150 mm.
- Non hai impulsións.
- Non hai elementos que impliquen regras lóxicas (válvulas reguladoras de presión,...)

No caso de que non se cumpran tódalas condicións do apartado anterior, será obrigatorio o uso do método de cálculo completo, desenvolvido no apartado 3.

2.2.- Ecuacións de cálculo

A ecuación que rexe o funcionamento das conducións é a de Bernoulli, que indica a disipación de enerxía entre dúas seccións 1 y 2:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta H_{1-2}$$

Onde:

z : cota do eixo da condución (m).

P : presión no eixo da condución (Pa).

γ : peso específico da auga (9.800 N/m³).

v : velocidade media na condución (m/s).

g : aceleración da gravidade (9,8 m/s²).

ΔH_{1-2} : perda de carga ΔH no tránsito entre as seccións 1 y 2 (m).

As perdas de carga teñen dúas compoñentes (locais e continuas). As continuas calcúlanse coma o produto da lonxitude da condución pola pendente motriz ou de enerxía "I". A pendente motriz calcularase a partir da expresión de Darcy-Weisbach:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

$$I = f \cdot \frac{v^2}{2gID}$$

Onde:

- I*: pendente motriz ou de enerxía en (m/m).
f: coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional).
v: velocidade media na sección (m/s).
g: aceleración da gravidade en (m/s²).
ID: diámetro interior da conducción (m).

O coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach pode obterse da ecuación de Colebrook-White en forma implícita, aínda que tamén se aceptará a expresión explícita aproximada de Swamee-Jain:

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{K}{3,71 \cdot ID} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Onde:

- f*: coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional).
K: rugosidade absoluta da conducción (m).
D: diámetro interior da conducción (m).
Re: número de Reynolds (adimensional), obtido como $Re = vD/\nu$.
ν: viscosidade cinemática da auga (10⁻⁶ m²/s a temperatura ambiente).

As perdas locais calcúlanse a partir da expresión:

$$\Delta H_L = \lambda \frac{v^2}{2g}$$

Onde:

- ΔH_L : perda de carga localizada (m).
 λ : coeficiente de perda local (adimensional).
v: velocidade media na sección (m/s).
g: aceleración da gravidade (m/s²).

Nas redes non lineais (arborescentes), aplicarase aos nós a lei de conservación da masa, ademais das ecuacións presentadas.

2.3.- Táboas de datos

Axúntanse a continuación os valores recomendados para os coeficientes presentados no apartado anterior.

Para as tubaxes recoméndanse os seguintes valores do coeficiente de rugosidade:

Táboa 1. Coeficiente de rugosidade segundo o material.

COEFICIENTE DE RUGOSIDADE, K. (m)		
Material	T. novas	T. envellecidas
Plástico liso	0,01·10 ⁻³	0,02·10 ⁻³
Poliéster reforzado con fibra de vidro	0,02·10 ⁻³	0,04·10 ⁻³
Aceiro	0,1·10 ⁻³	0,03·10 ⁻³
Fundición	0,25·10 ⁻³	10 ⁻³
Formigón	10 ⁻³	3·10 ⁻³

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Salvo que se xustifique exhaustivamente, empregaranse sempre os valores correspondentes a tubaxes envellecidas, para considerar o funcionamento da instalación ao longo da súa vida útil.

En canto ás perdas locais, os coeficientes propostos son:

Táboa 2. Coeficientes de perdas locais segundo os accesorios dispostos.

COEFICIENTES DE PERDAS LOCAIS	
Accesorio	Coef. Perdas (m)
Válvula de asento tipo globo, totalmente aberta	$10 \cdot 10^{-3}$
Válvula de bolboreta, totalmente aberta	$0,4 \cdot 10^{-3}$
Válvula de Comporta, totalmente aberta	$0,2 \cdot 10^{-3}$
Válvula de retención de clapeta	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Cóbado de radio pequeno	$0,9 \cdot 10^{-3}$
Cóbado de radio mediano	$0,8 \cdot 10^{-3}$
Cóbado de radio grande	$0,6 \cdot 10^{-3}$
Cóbado a 45°	$0,4 \cdot 10^{-3}$
Cóbado de retorno (180°)	$2,2 \cdot 10^{-3}$
'T' estándar (fluxo recto)	$0,6 \cdot 10^{-3}$
'T' estándar (fluxo desviado)	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Entrada brusca a depósito	$0,5 \cdot 10^{-3}$
Saída brusca de depósito	$1 \cdot 10^{-3}$

Coma referencia danse os valores das perdas de carga máximas continuas, por cada 1.000 metros de tubaxe (Táboas 3 e 4).

Táboa 3. Perdas de carga máximas por cada 1.000 m de lonxitude en tubaxes vellas.

ID (mm)	V _{máx} (m/s)	Q (m/s)	Perdas de carga (m)				
			Plástico Liso	PRFV	Aceiro	Fundición	Formigón
100	0,8	0,01	6,44	6,73	9,15	12,70	18,86
150	0,94	0,02	5,28	5,52	7,47	10,20	14,74
200	1,06	0,03	4,65	4,87	6,56	8,87	12,61
250	1,16	0,06	4,21	4,40	5,92	7,94	11,15
300	1,24	0,09	3,83	4,01	5,37	7,17	9,97
350	1,32	0,13	3,58	3,75	5,02	6,66	9,20
400	1,40	0,18	3,41	3,57	4,77	6,31	8,66
450	1,46	0,23	3,20	3,36	4,48	5,90	8,06
500	1,53	0,30	3,09	3,24	4,32	5,67	7,71
600	1,64	0,46	2,83	2,97	3,96	5,17	6,98
800	1,84	0,92	2,51	2,63	3,49	4,53	6,04
1.000	2,01	1,58	2,28	2,39	3,17	4,09	5,41
1.200	2,17	2,45	2,13	2,24	2,96	3,80	5,00
1.400	2,30	3,54	1,99	2,09	2,76	3,52	4,61
1.600	2,43	4,88	1,89	1,98	2,62	3,34	4,35

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

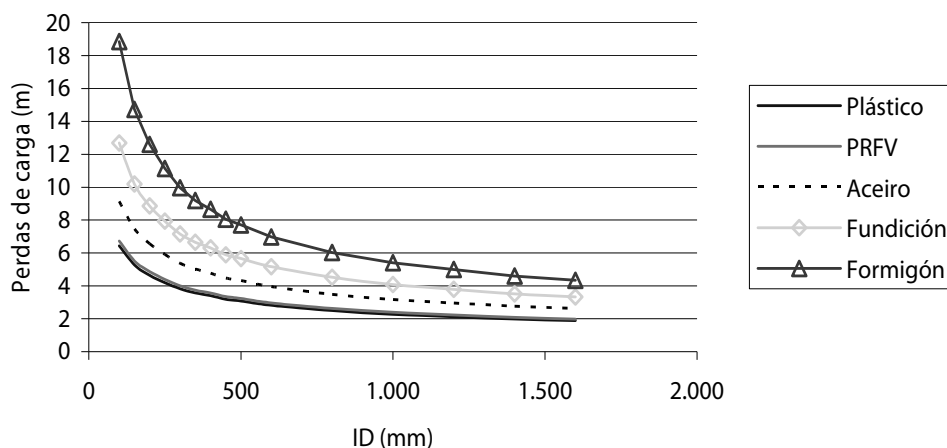


Figura 1. Perdas de carga máximas por cada 1.000 m de lonxitude para tubaxes vellas.

Táboa 4. Perdas de carga máximas por cada 1.000 m de lonxitude en tubaxes novas.

ID (mm)	$V_{m\acute{a}x}$ (m/s)	Q (m ³ /s)	Perdas de carga (m)				
			Plástico Liso	PRFV	Aceiro	Fundición	Formigón
100	0,8	0,01	6,28	6,44	7,46	8,79	12,70
150	0,94	0,02	5,15	5,28	6,12	7,18	10,20
200	1,06	0,03	4,53	4,65	5,40	6,32	8,87
250	1,16	0,06	4,09	4,21	4,88	5,70	7,94
300	1,24	0,09	3,72	3,83	4,44	5,18	7,17
350	1,32	0,13	3,48	3,58	4,15	4,84	6,66
400	1,40	0,18	3,31	3,41	3,96	4,60	6,31
450	1,46	0,23	3,11	3,20	3,72	4,33	5,90
500	1,53	0,30	3,00	3,09	3,59	4,17	5,67
600	1,64	0,46	2,75	2,83	3,29	3,82	5,17
800	1,84	0,92	2,43	2,51	2,92	3,38	4,53
1.000	2,01	1,58	2,21	2,28	2,65	3,07	4,09
1.200	2,17	2,45	2,06	2,13	2,48	2,86	3,80
1.400	2,30	3,54	1,92	1,99	2,31	2,67	3,52
1.600	2,43	4,88	1,83	1,89	2,20	2,53	3,34

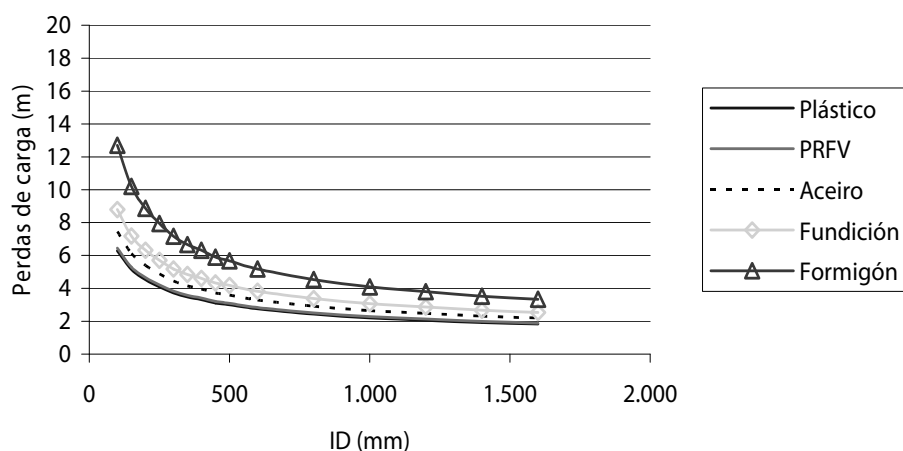


Figura 2. Perdas de carga máximas por cada 1.000 m de lonxitude para tubaxes novas.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Exemplo 1

Cálculo da ID para que a tubaxe transporte un caudal dado

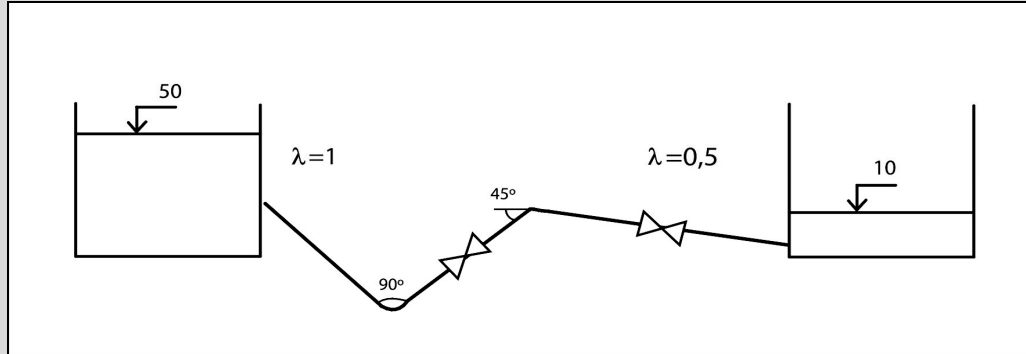


Figura 3. Cálculo da ID para un Q= 300l/s.

Datos

- Caudal de 300 l/s
- Material: formigón
- L=5.000 m
- 2 válvulas abertas de comporta
- 1 cóbado a 90 ° de radio mediano
- 1 cóbado a 45°
- Saída e entrada a depósito bruscas (habitual)

Primeiro calcúlase o coeficiente de perdas locais da tubaxe empregando os valores da Táboa 2:

$$\sum \lambda = 0,5 + 1 + 2 \cdot 0,2 + 0,8 + 0,4 = 3,5$$

Para cada diámetro ID podemos calcular cal é a velocidade na tubaxe:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{ID}{2}\right)^2}$$

Utilizando a fórmula de Bernoulli, incluíndo as perdas, podemos dicir que:

$$50 = 10 + \Delta H_{1-2}$$

$$50 = 10 + I \cdot L + \sum \lambda \cdot \frac{Q^2}{A^2 2g}$$

Onde:

$$I = f \cdot \frac{Q^2}{A^2 2gID}$$

Para rematar calcúlase o coeficiente de fricción Darcy-Weisbach.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{K}{3,71 \cdot ID} + \frac{5,74}{R_e^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Con este valor e entrando na fórmula podemos calcular o valor das perdas totais. Para conseguir finalmente atopar o diámetro adecuado itérase con diferentes valores de ID vendo cal é o que orixina unhas perdas máis aproximadas (por debaixo) ás reais (calculadas como 50-10=40 m).

ID (mm)	v (m/s)	Re (adim)	f (adim)	l (m/m)	$\sum \lambda \cdot \frac{v^2}{2g}$ (m)	ΔH (m)
400	2,39	9,55E+05	3,46E-02	0,0252	0,0978	125,88
450	1,89	8,49E+05	3,33E-02	0,0135	0,0611	67,34
500	1,53	7,64E+05	3,23E-02	0,0077	0,0401	38,51
600	1,06	6,37E+05	3,06E-02	0,0029	0,0193	14,67
700	0,78	5,46E+05	2,93E-02	0,0013	0,0104	6,50
800	0,60	4,78E+05	2,82E-02	0,0006	0,0061	3,21

De tódolos valores escollese aquel que de un $\Delta H \leq 40$ máis axustado.

Neste caso adóptase o valor ID=500 mm.

3.- MÉTODO COMPLETO

O método completo, aplicable a redes de calquera tamaño, baséase nas ecuacións clásicas da hidráulica de tubaxes. A única diferenza co método simplificado é que neste caso imponse que os cálculos se realicen co apoio do paquete informático EPANET.

Con carácter xeral, os parámetros básicos a considerar no dimensionamento hidráulico dunha tubaxe son os seguintes:

- Suponse un fluxo de auga turbulento e permanente dentro da tubaxe, e adicionalmente ao funcionamento ao longo dun día (fluxo quasi non permanente), de acordo cunha curva de demanda que recolla os coeficientes de punta horarios definidos na ITOHG-ABA-1/1.
- O proxectista pode contemplar o fluxo transitorio de modo simplificado, salvo en proxectos de gran relevancia, nos que o fluxo transitorio debe ser estudado con detalle.
- A presión máxima permanente que se acade en calquera punto da rede, salvo circunstancias extraordinarias que precisarán autorización expresa de Augas de Galicia, deberá ser a do valor establecido en cada un dos casos, para a presión de servizo (SP).
- A efectos de cálculo, os diámetros interiores mínimos serán de 80 mm.

Tódalas ecuacións presentadas no apartado 2 son válidas na súa aplicación ao método completo, e de feito empréganse, implicitamente, ao utilizar o modelo EPANET.

EPANET é un modelo numérico difundido pola EPA (Axencia de Protección Ambiental dos EEUU) de modo gratuito e sen restricións para o seu uso, que realiza simulacións en períodos prolongados do comportamento hidráulico e da calidade da auga en redes de subministración a presión. Unha rede pode estar constituída por tubaxes, nós (unións de tubaxes), bombas, válvulas e depósitos de almacenamento ou encoros.

EPANET efectúa un seguimento da evolución dos caudais nas tubaxes, as presións nos nós, os niveis nos depósitos, e a concentración das especies químicas presentes na auga, ao longo do período de simulación

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

discretizado en múltiples intervalos de tempo. Ademais da concentración das distintas especies, pode tamén simular o tempo de permanencia da auga na rede e a súa procedencia desde as diversas fontes de subministración. A análise de especies químicas non se solicitará salvo que se especifique explicitamente no proceso de licitación do proxecto.

EPANET contén un simulador hidráulico que ofrece, entre outras, as seguintes prestacións:

- Non existe límite en canto ao tamaño da rede que pode procesarse.
- As perdas de carga poden calcularse mediante as fórmulas de Darcy-Weisbach, e a ecuación de Swamee-Jain, método que se imporá como opción de cálculo.
- Contempla perdas locais en cóbados, accesorios, etc.
- Admite bombas de velocidade fixa ou variable.
- Determina o consumo enerxético e os seus custos.
- Permite considerar varios tipos de válvulas, tais como válvulas de corte, de retención, e reguladoras de presión ou caudal.
- Admite depósitos de xeometría variable (isto é, cuxa sección varíe co nivel).
- Permite considerar diferentes tipos de demanda nos nós, cada un coa súa propia curva de modulación no tempo.

4.- FLUXO TRANSITORIO

Con carácter xeral, calcularase a presión máxima nas liñas máis notables da rede, debida a transitorios producidos por manobras bruscas en válvulas ou bombas. Para o cálculo da presión dinámica utilizarase, en proxectos que non incorporen grandes equipos de bombeo ou grandes válvulas, a metodoloxía aproximada, baseada en garantir que a presión dinámica máxima no punto onde se xera o transitorio, non supón un valor preocupante para a estabilidade da conducción, nin no que respecta a presións máximas nin a mínimas.

O golpe de ariete xera problemas tanto de sobrepresións coma de descompresións, xa que a sobrepresión dinámica actúa de modo alternativo coma sobrecompresión ou descompresión.

Debe garantirse, sexa cal sexa o método de análise, que a presión xerada incluíndo o golpe de ariete (MDP, ver ITOHG-ABA-1/0), é asumida pola tubaxe en condicións de seguridade, segundo se detalla na instrución de cálculo mecánico (ITOHG-ABA-2/5).

Non é aceptable que o golpe de ariete orixine presións negativas na conducción. No caso de que sexa inevitable (por exemplo en impulsións moi largas de pouco salto), deberase xustificar mediante o método completo, que os dispositivos instalados para paliar o efecto do golpe de ariete garanten unha presión mínima de 0,05 MPa en termos absolutos (-0,05 MPa, respecto da presión atmosférica).

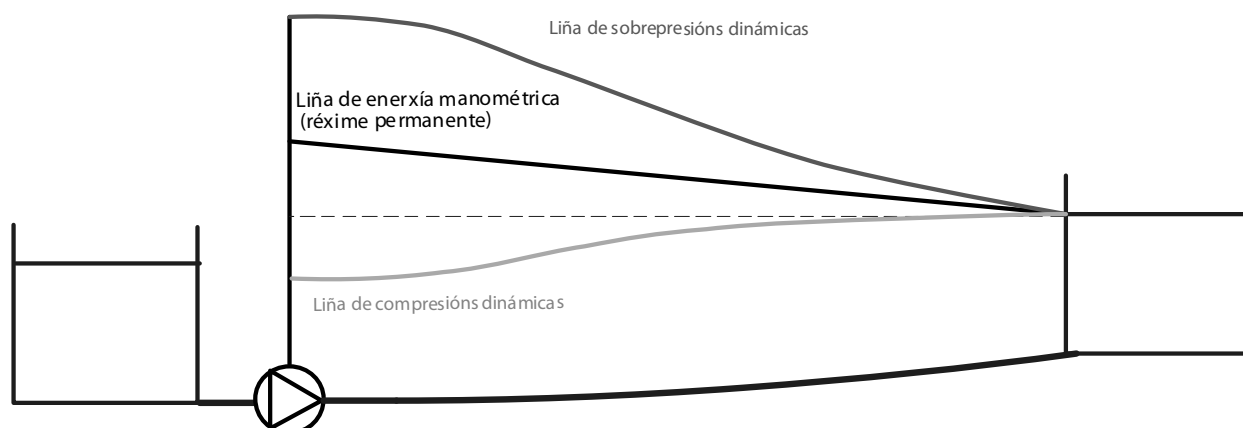


Figura 4. Esquema dos efectos transitorios na impulsión.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Método simplificado:

A sobrepresión máxima calcularase, para manobras rápidas, como:

$$\Delta p = \rho c v$$

Onde:

Δp : sobrepresión dinámica (Pa).

ρ : densidade da auga (1.000 Kg/m³)

v : velocidade media na sección (m/s).

c : celeridade da onda de presión (m/s), calculada como:

$$c = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{K \cdot ID}{e \cdot E}}}$$

Onde:

K : módulo de elasticidade volumétrica da auga (Pa), sendo $K=2.100 \cdot 10^6$ Pa.

ID : diámetro interior da conducción (m).

e : espesor da conducción (m).

E : módulo de rixidez do material da conducción (Pa).

Para peches lentos, utilizarase a expresión:

$$\Delta p = \frac{2Lv}{gT_c}$$

Onde:

Δp : sobrepresión dinámica (m).

v : velocidade media na sección (m/s).

L : lonxitude hasta un punto de presión constante (depósito), que asume a totalidade do transitorio (m).

T_c : tempo de peche do elemento que xera o transitorio (s).

Se se considera que un peche é lento, deberá xustificarse exhaustivamente o valor do tempo de peche adoptado, a eficiencia dos elementos que xustifican a atenuación do golpe de ariete e que se verifica a relación $T_c > 2L/c$. Para o cálculo da celeridade de onda pódese utilizar a Táboa 5 que ilustra sobre o módulo de rixidez de cada material.

Táboa 5. Módulos de rixidez segundo o material.

MÓDULOS DE RIXIDEZ	
Material	E (Pa)
Fundición	190·10 ⁹
Aceiro	210·10 ⁹
Formigón	30·10 ⁹
Plástico (habitual)	3·10 ⁹
Poliéster reforzado con fibra de vidro	20·10 ⁹

O valor dado na táboa para plásticos é un valor xeral, non serve para plástico armado nin estruturado. Deberanse xustificar adecuadamente outros valores adoptados do módulo de rixidez, cando non se adopte o indicado nesta instrución.

No caso de grandes liñas de impulsión, de liñas de gran diámetro, ou no caso en que sexa necesario incorporar elementos para paliar o efecto do golpe de ariete, débense xustificar os cálculos cun modelo de onda dinámica completa, que permita ver a flutuación de presións nos puntos relevantes da instalación, e cuantificar as sobrepresións e o efecto dos equipos incorporados (calderíns, chemineas, ventosas,...).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

A título de exemplo, en liñas simples pódese utilizar o modelo DYAGATS, da Universidade Politécnica de Valencia, ou calquera que incorpore ese nivel de aproximación ao problema.

No caso de redes, os modelos baseados en liñas simples non son adecuados. A título xeral, un modelo apto tanto para liñas como para redes completas é o programa ALLIEVI, do Instituto Técnico do Auga da Universidade de Valencia. Non constan no momento da redacción da instrución outros modelos con estas prestacións.

Exemplo 2

Determinación do carácter do tempo de peche (rápido ou lento) e cálculo da sobrepresión máxima xunto á válvula

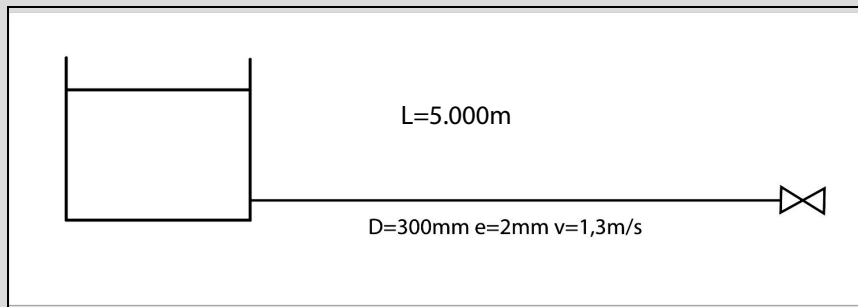


Figura 5. Determinación do carácter do tempo de peche e cálculo da sobrepresión máxima.

Datos

Tubaxe de Aceiro (E=210.000 MPa)
D=300 mm
e=2 mm
V=1,3 m/s
L=5.000 m
Peche da válvula total= 14 s

A sobrepresión calcúlase como:

$$\Delta p = \rho c v \text{ para peche rápido e } \Delta p = \frac{2Lv}{gT_c} \text{ para lento.}$$

Para o primeiro caso é necesario calcular c:

$$c = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{K \cdot ID}{e \cdot E}}}$$

c=916 m/s

$$\frac{2L}{c} = 10,91 < 14s \text{ Polo tanto o peche é rápido e o cálculo realizarase coa fórmula } \Delta p = \rho c v.$$

O valor obtido será 1,2 MPa.

Este valor, que é moi alto, esixirá probablemente a implementación de métodos para paliar o golpe de ariete; neste caso haberá que pasar ao método completo ou ben xustificarse que o peche pode facerse, e farase, dun modo máis gradual.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (2000). UNE-EN 805. Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes. AENOR.

AYUNTAMIENTO de VALENCIA (2001). Pliego de Condiciones Técnicas para la nueva gestión del servicio de abastecimiento de agua a la ciudad de Valencia. Ciclo integral del agua. Ayuntamiento de Valencia.

CYII (1995). Normas para el abastecimiento de aguas. Canal de Isabel II.

EMASESA (2005). Instrucciones Técnicas para las redes de abastecimiento. Ayuntamiento de Sevilla.

MOPU (1975). Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento y Saneamiento de Poblaciones. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (España).

URALITA (2004). Manual de conducciones Uralita. Thomson-Paraninfo.

ITOHG-ABA-1/4

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE ABASTECIMIENTO

TÍTULO	CÁLCULO DE ESTACIONES DE BOMBEO (ABA-1/4)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



**CÁLCULO DE ESTACIONs DE BOMBEO
(ABA-1/4)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO
 - 2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS
 - 3.- CURVA RESISTENTE DUNHA IMPULSIÓN. PUNTO DE FUNCIONAMENTO
 - 4.- LOCALIZACIÓN DA BOMBA. NPSH
 - 5.- AGRUPACIÓN DE BOMBAS
 - 6.- BOMBEO DENDE POZO OU ESTACIÓN
 - 7.- PARO BRUSCO DUNHA BOMBA. CÁLCULO DO TEMPO DE PARO

BIBLIOGRAFÍA

1.- OBXECTO

O obxecto da seguinte instrución é presentar os fundamentos teóricos dun sistemas de bombeo, de modo que se chegue ao entendemento dunha impulsión xenérica. Para facer isto describiranse os parámetros de mais interese á hora do deseño, como son NPSH, curvas características, curvas de rendemento, etc.

2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

As bombas, sexa cal for o seu tipo, son elementos que inxectan enerxía á auga. O obxecto deste punto é indicar cal é o efecto dun bombeo sobre a conducción, e os problemas que pode levar a súa localización.

Dada unha conducción, considérese que nun punto xenérico sitúase unha bomba. Esta xera unha discontinuidade da liña de enerxía (H_B) de modo que a situación inicial presenta unha pendente motriz (I_{ini}), netamente inferior á que se da cando se produce o bombeo (I_{BOM}); os parámetros aquí descritos poden observarse na Figura 1:

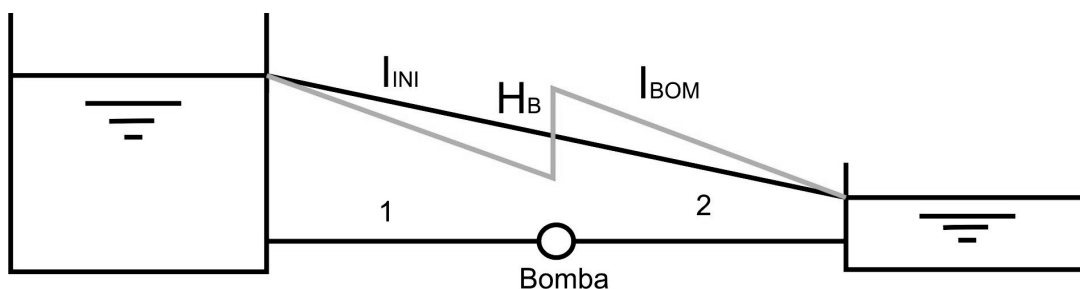


Figura 1. Liña de enerxía incluíndo unha impulsión.

A pendente motriz, en turbulencia completa, aumenta linealmente co cadrado da velocidade, co que a velocidade, e xa que logo o caudal, no caso de existir un bombeo, é netamente superior á que se daría de non habelo. Un feito notable é que a máquina non actúa só sobre a auga que ten por diante, senón tamén sobre a que ten detrás, á que succiona e acelera.

A potencia que se comunica á auga exprésase como:

$$W = Q \cdot H_B \cdot \gamma$$

Onde:

W : potencia hidráulica (watt).

H_B : altura de bombeo (m).

Q : caudal circulante (m^3/s).

γ : peso específico del fluído (N/m^3).

A potencia eléctrica requirida pola bomba e a potencia transmitida ao auga non son iguais. Existen uns rozamentos na maquinaria que se traducen nun rendemento. A expresión para a potencia nominal da bomba (que inclúe esas perdas), é:

$$W = \frac{Q \cdot H_B \cdot \gamma}{\eta}$$

η : rendemento dos equipos

Pódese distinguir entre potencia no eixo W_{eixo} que só ten en conta o rendemento hidráulico η_{bomba} , e a potencia da rede W_{rede} , $W_{rede} = \frac{W_{eixo}}{\eta_{motor}}$, que incorpora o rendemento do motor. O rendemento global é o produto de ambos, $\eta_{global} = \eta_{bomba} \cdot \eta_{motor}$.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

A expresión que recolle a potencia en función de Q , H_b e γ non pasa de ser unha fórmula derivada da análise dimensional. A aparencia de que a potencia é lineal con Q , H_b e γ , e é falsa, na medida que o rendemento η , é tamén unha función de Q e H_b .

Así, a función potencia dunha bomba ten a expresión:

$$W = \frac{Q \cdot H_B \cdot \gamma}{\eta(Q, H_B)}$$

Unha bomba pode traballar en distintas configuracións de caudal e altura de bombeo, así e todo pode dicirse que se move un gran caudal, comunícalle pouco incremento de presión á auga, pola contra, se eleva un menor caudal, comunícalle máis presión. Cada máquina ten uns rangos de caudal e altura de bombeo (presión) comunicada. Nestes rangos, a relación Q-H, coñécese como “curva característica da bomba” (ver Figura 2).

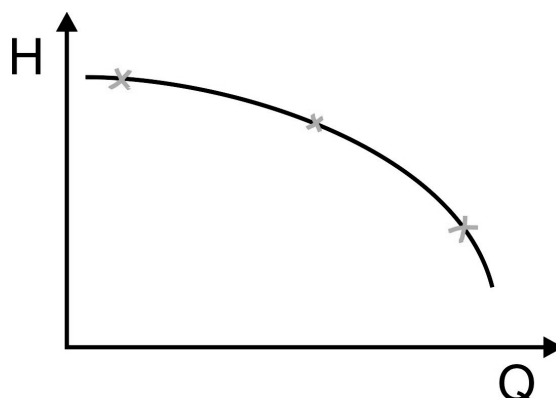


Figura 2. Curva característica dunha bomba.

A curva característica é o elemento fundamental para o cálculo das impulsións, e debe ser incluída no proxecto. A efectos de cálculo, a introdución da curva característica da bomba no programa EPANET realizarase cun mínimo de tres puntos para a súa interpolación.

O produto Q·H en cada punto da curva sería constante se o rendemento e o consumo fosen constantes, pero non é así. Existe unha zona óptima de uso e zonas en que a configuración da bomba xera máis fricción debido a condicionantes do seu deseño. Isto adóitase representar nunha curva de rendementos:

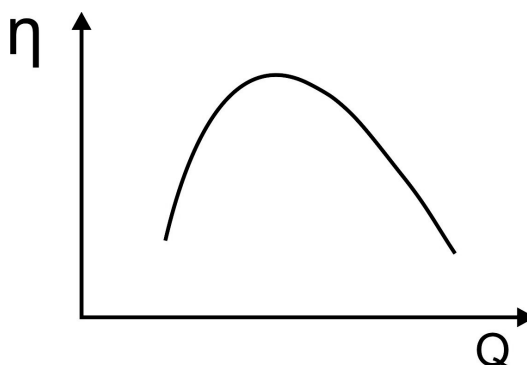


Figura 3. Curva de rendementos dunha bomba.

Nos catálogos comerciais, as bombas agrúpanse por familias, e preséntanse series de bombas con distintas velocidades de xiro, ou con distinto grao de recorte do diámetro do rodete. Se se superpoñen varias curvas ($H - Q$) de bombas da mesma familia sobre un mesmo gráfico, os rendementos adoitan expresarse como curvas de nivel, válidas para todas as bombas da familia.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

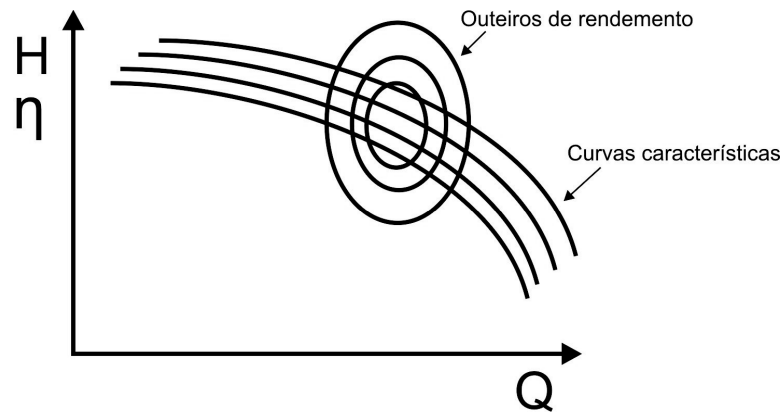


Figura 4. "Outeiros de rendemento" dunha bomba.

3.- CURVA RESISTENTE DUNHA IMPULSIÓN. PUNTO DE FUNCIONAMENTO

Para concretar o punto de traballo no que funciona unha bomba é necesario coñecer o sistema no que se instala, é dicir coñecer parámetros tais como o desnivel a vencer e o tubo empregado na impulsión, que segundo a súa natureza xerará unhas perdas de carga ou outras; así o punto Q-H no que funciona unha bomba dependerá da resistencia que ofrece o sistema e non só das características da máquina.

En ausencia de perdas locais (Figura 5) a diferenza de niveis nunha tubaxe sen bombeos pódese expresar como:

$$H_1 = H_2 + L \cdot \frac{f \cdot Q^2}{A^2 \cdot 2gD}$$

de maneira que o caudal que circula pola tubaxe do esquema proposto é:

$$Q^2 = A^2 \cdot 2gD \cdot \frac{(H_1 - H_2)}{f \cdot L}$$



Figura 5. Tubaxe simple sen bombeos.

Se se introduce unha bomba, cuxa altura de bombeo é H_B , o novo caudal (Q') é:

$$H_1 + H_B = H_2 + L \cdot \frac{f \cdot Q'^2}{A^2 \cdot 2gD} \quad Q'^2 = A^2 \cdot 2gD \cdot \frac{(H_1 + H_B - H_2)}{f \cdot L}$$

e isto é independente de en que punto da condución sitúese a bomba. Obsérvase que para cada valor de H_B , obtense un caudal. A expresión que define o caudal é do tipo:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

$$Q'^2 = K + \frac{A^2 \cdot 2gD}{f \cdot L} H_B$$

en ausencia de perdas locais. En xeral, pódese aceptar que o desnivel hidráulico e o caudal están vinculados por unha ecuación do tipo:

$$Q'^2 = K + C \cdot H_B$$

A esta ecuación chámasele “curva característica da condución”, ou “curva resistente”. Este é un concepto fundamental, que pon de manifesto un vínculo entre o caudal que circula e a altura do bombeo.

Dada unha bomba, non se pode escoller a altura de bombeo que proporcionará. Esta vén condicionada por dúas restricións:

- a súa propia curva característica H_B-Q .
- a curva resistente da condución H_B-Q .

As dúas condicións pódense superpoñer nun gráfico:

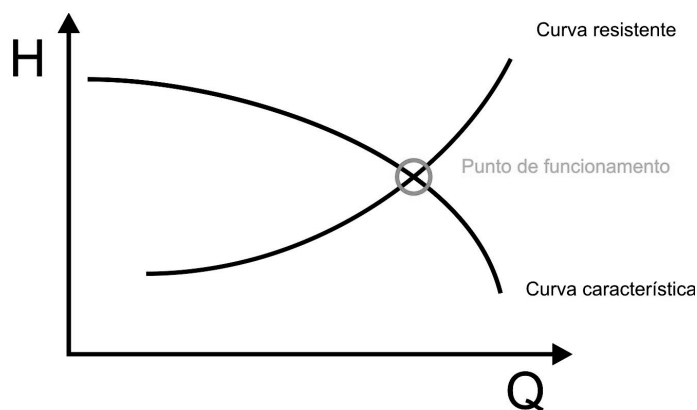


Figura 6. Punto de funcionamento dunha impulsión.

O punto de intersección das dúas curvas é o único que cumpre ambas as restricións, e coñécese como “punto de funcionamento da impulsión”. Debe entenderse o que isto significa: cando se sitúa unha bomba nunha impulsión, non se pode escoller o incremento de carga que proporcionará; a bomba traballará nun punto $(H_B - Q)$ que lle virá imposto pola curva resistente da instalación. Así, o deseño dunha impulsión esixe o cálculo do punto de funcionamento que deberá incluírse nos proxectos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Exemplo 1

Determinación do punto de funcionamento nunha impulsión.

Datos

Dispónse dunha bomba definida pola curva seguinte:

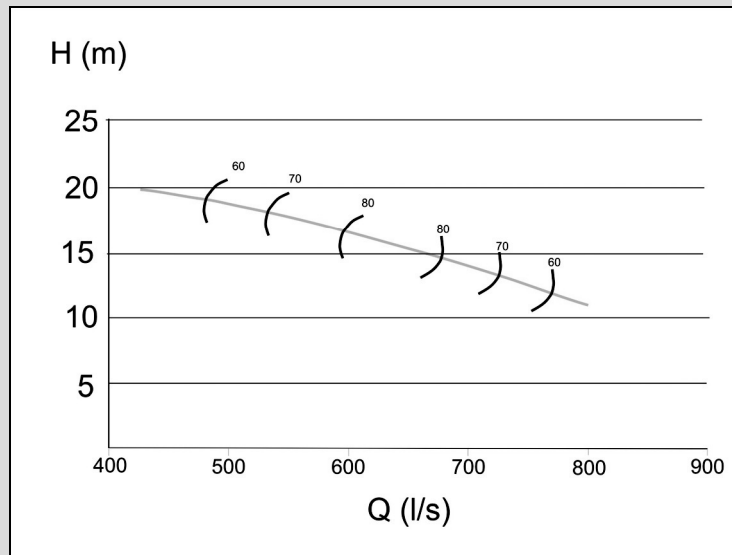


Figura 7. Curva característica da bomba.

Que se pode interpolar a partir de:

Q (l/s)	H (m)
425	20
625	16
800	11

A bomba instálase no sistema seguinte:

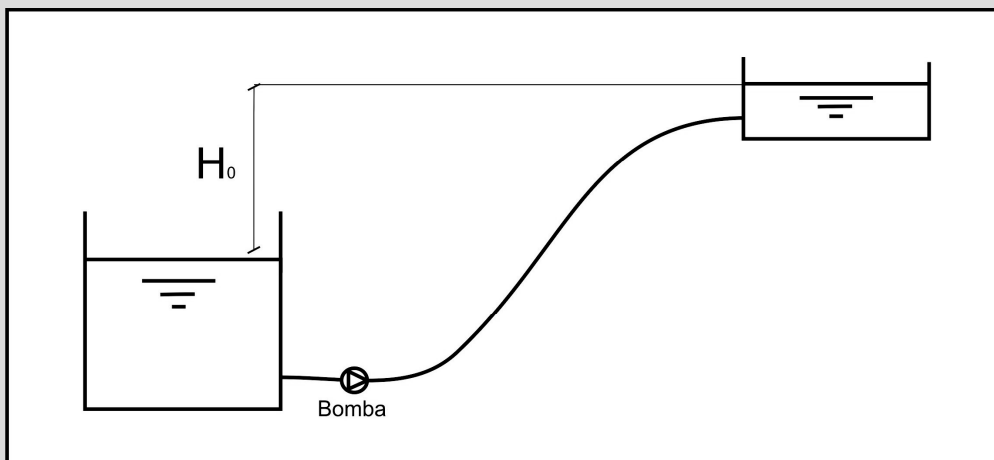


Figura 8. Sistema de bombeo.

Este sistema dispón dos seguintes datos:

L: 5000 m
H₀: 6 m
D: 800 mm
f: 0,02

Obtención da curva resistente

A curva resistente é:

$$H_B = H_0 + L \cdot \frac{f \cdot Q^2}{A^2 \cdot 2gD}$$

$$H_B = 6 + \frac{5000 \cdot 0,02 \cdot Q^2}{(\pi \cdot 0,4^2)^2 \cdot 2g \cdot 0,8} = 6 + 25,3 \cdot Q^2$$

H _B	Q
6,00	0
6,25	0,1
7,01	0,2
8,27	0,3
10,04	0,4
12,32	0,5
15,10	0,6
18,38	0,7
22,17	0,8

O punto de funcionamento obtense da intersección da curva resistente e da curva característica da bomba:

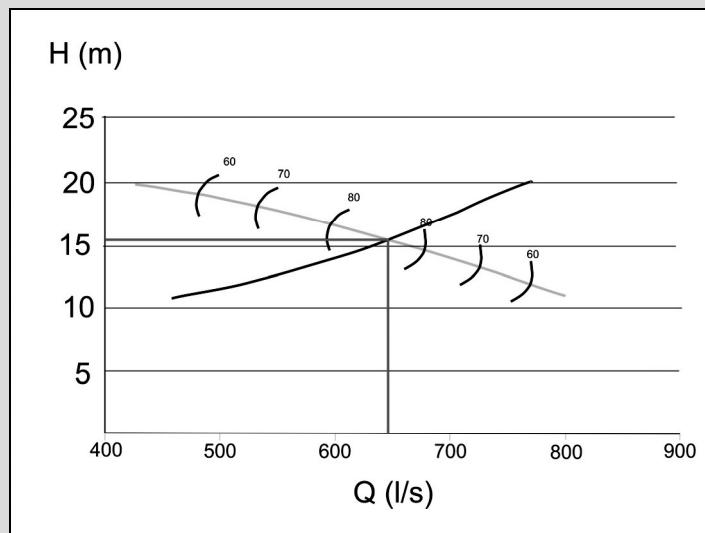


Figura 9. Determinación dos parámetros da impulsión..

O caudal transportado é 648 l/s é dicir 0,648 m³/s.

A altura de bombeo é 16,61 m.

O rendemento da bomba é maior do 80%.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

O punto de funcionamento da impulsión pode modificarse accionando as válvulas que existan no sistema (co que se actúa sobre a curva resistente), ou utilizando bombas con velocidade de rotación variable.

As bombas de velocidade variable permiten adaptar o seu rendemento e o seu caudal á demanda, de modo que a bomba sempre traballa nun nivel de rendementos razoable. É unha solución interesante cando cabe prever variacións de caudal nunha instalación, como alternativa máis simple á instalación dun grupo de bombas. A tecnoloxía e custo das bombas de velocidade variable fainas actualmente competitivas no mercado.

4.- LOCALIZACIÓN DA BOMBA. NPSH

Como xa se comentou, a bomba actúa non só sobre a auga que ten por diante, senón tamén sobre a que ten detrás. A readaptación da liña de enerxía maniféstase como un incremento de presión augas arriba da bomba, e un decremento de presión augas abaixo:

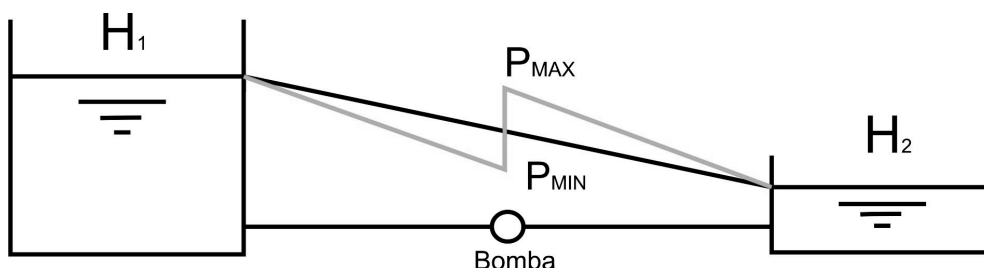


Figura 10. Tubaxe simple cunha impulsión.

A presión non debe baixar dun valor mínimo (P_{min}), que non vén dado en xeral pola conducción, que adoita poder soportar presións netamente por baixo da atmosférica, senón pola propia bomba, en cuxo interior non deben producirse presións próximas á de vapor. Os valores mínimos e máximos dependen da posición da bomba. Isto pódese apreciar no tramo horizontal que se está usando como exemplo, e evidentemente debe ser tido en conta nun tramo real, que presente variacións de cota:

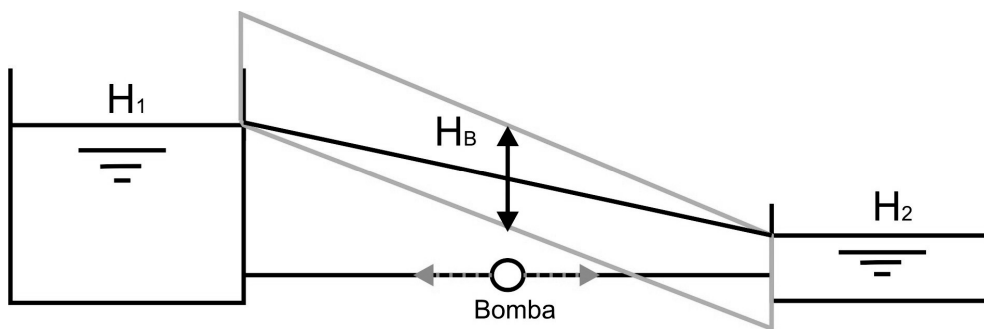


Figura 11. Colocación da bomba. Bandas de presións.

As dúas paralelas que se distinguen na Figura 11 son as envolventes da enerxía máxima e mínima en ausencia de perdas locais. Como se pode ver, nas posicións próximas ao depósito 1 os problemas poden vir orixinados polas presións máximas, mentres que na contorna do depósito 2, os problemas virán orixinados polas presións mínimas, por baixo da atmosférica, xa que a liña de enerxía pasa por baixo da de cota.

A análise das presións máximas e, sobre todo, das mínimas na succión da bomba, debe chegar ao detalle, e a presión mínima debe ser comparada coa mínima que require o fabricante, que se coñece como NPSH requirido.

O NPSH_r defínese como a presión necesaria para que a auga non cavite nos álabes da bomba. Deste xeito, dispórase dunha reserva de presión por encima da de vapor, tanto maior canto maior é o caudal circulante. As gráficas de NPSH exprésanse en presión relativa menos presión de vapor, e o seu aspecto é do tipo:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

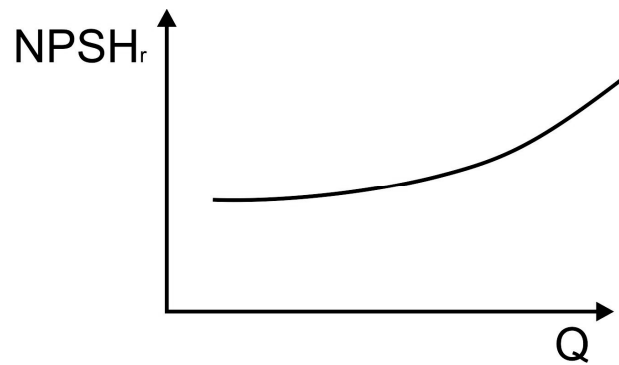


Figura 12. Curvas de NPSH requirido para unha bomba.

Exemplo 2

Comprobación do NPSH nun bombeo.

Dispónse dunha bomba traballando a succión, desde un pozo coma o indicado na Figura:

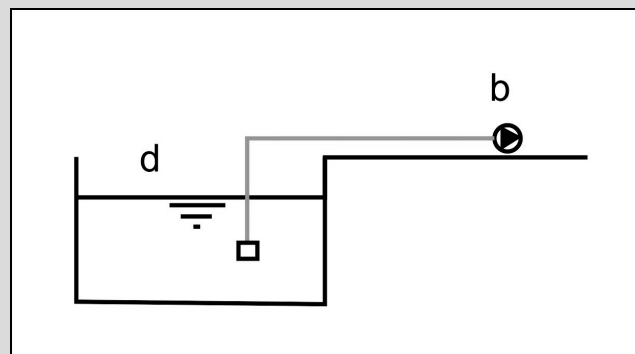


Figura 13. Bombeo desde pozo de succión.

O esquema da comprobación a realizar, sería:

$$z_d = z_b + \frac{V^2}{2g} + \frac{P_b}{\gamma} + I \cdot L + \sum \Delta H_L$$

$$\frac{P_b}{\gamma} = (z_d - z_b) - \frac{V^2}{2g} - I \cdot L - \sum \Delta H_L$$

Obsérvase que $\frac{P_b}{\gamma}$ é un valor intrinsecamente negativo se $z_b > z_d$. Pódese definir o valor do NPSH dispoñible (prescindindo do termo cinético en b, o que nos sitúa ao lado da seguridade) como:

$$NPSH_d = \frac{P_b}{\gamma} - \frac{P_{Vapor}}{\gamma}$$

Nestas condicións débese cumprir que:

$$NPSH_d > NPSH_r$$

5.- AGRUPACIÓN DE BOMBAS

En moitas ocasións non se confía todo o bombeo a un só equipo, senón que varios grupos de bombeo traballan en conxunto, ben para fornecer máis caudal, ben para xerar máis altura de bombeo. En realidade, o un e o outro non poden desligarse, xa que ambos os parámetros estarían vinculados polas curvas ($H-Q$) características das bombas.

Ao describir unha agrupación de bombas, distínguense entre dous tipos fundamentais:

- Bombas en serie
- Bombas en paralelo

Deberá calcularse a curva característica do conxunto das bombas involucradas, que se incluírá no proxecto, e en EPANET, para o cálculo. A intersección desta curva equivalente coa curva resistente da impulsión dará o punto de funcionamento do bombeo.

En bombeos dende pozo ou estación, é frecuente contar con varias máquinas, polo menos unha máis das necesarias, para garantir o servizo en caso de mantemento.

O deseño do grupo de bombas debe ter en conta os condicionantes do servizo.

Nos sistemas de abastecemento, débese garantir que a curva de demanda diaria pódese servir sempre cunha configuración de bombas cun rendemento adecuado.

Nun sistema de saneamento, a variabilidade de caudais a bombear en tempo seco é similar á dun sistema de abastecemento, pero en tempo de chuvia pódense alcanzar variabilidades moi superiores, pasando dun caudal residual escaso (pola noite) a un pico cara a EDAR equivalente ao máximo a bombear.

Non se pode confiar esta variabilidade a unha única bomba, xa que xeraría puntas artificiais ao traballar cun réxime de caudais estable. Só cun sistema suficientemente modular, ou con variadores de velocidade nos bombeos pódese conseguir adaptar o fluxo que chega á estación ao bombeado. Este factor debe ser tido en conta e debe considerarse un criterio de deseño.

6.- BOMBEO DENDE POZO OU ESTACIÓN

Os epígrafes 3 e 4, aínda que xerais, están orientados a bombeos en liña ou en sección. O máis habitual, sen embargo, sobre todo en saneamentos, é o bombeo dende pozo a estación.

Así á hora de dimensionar unha estación de bombeo é preciso determinar os tempos de parada e arranque entre bombas debido a que un número elevado de arranques/hora leva asociado un quentamento excesivo dos motores que favorece os fallos no sistema, pola contra un valor baixo, implica unha instalación de maiores dimensións e polo tanto maior custe da obra civil.

A falta de información relativa ao número de arranques por hora (N_{ah}), e con motivo de favorecer o mantemento da impulsión, o número máximo será o indicado na táboa:

Táboa 1. Arranques máximos por hora.

Potencia (Kw)	Nº arranques/hora
0,5-7,5	10
7,5-11	8
11-37	6
37-110	6
>110	5

Unha vez estea determinado o valor de N_{ah} é necesario calcular o volume do pozo para un número de bombas determinado, n . O volume calcúlase como a suma do volume morto e do volume activo.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

O volume morto está relacionado coa somerxencia mínima da bomba. O volume activo dependerá do tipo de funcionamento da instalación, nesta instrución amósanse dous esquemas de traballo para un número de catro bombas instaladas.

No primeiro esquema as bombas arrancan de modo sucesivo ao ir acadando o nivel das augas os valores Z1, Z2, Z3 e Z4, unha vez todas as bombas se atopan funcionando o nivel das augas vai descendendo ata Z3 e a Bomba 4 para de funcionar; agora o volume entrante é maior co de bombeo polo que o pozo volta de novo ao nivel Z4, no que arranca a bomba 4, e así sucesivamente.

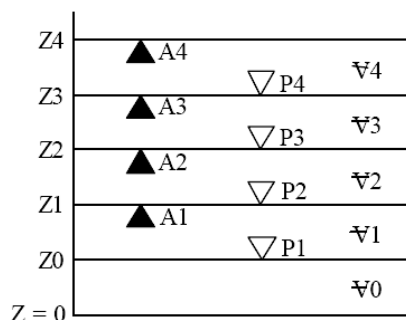


Figura 14. Esquema de funcionamento de bombas

7.- PARO BRUSCO DUNHA BOMBA. CÁLCULO DO TEMPO DE PARO

O paro brusco dunha bomba, debido por exemplo a problemas na subministración eléctrica, debe ser contemplado sempre como unha hipótese de cálculo. Consideraranse, sobre todo en bombeos importantes, as medidas razoables para evitar que se dea este transitorio. Estas medidas consistirán, por exemplo, en dotar ás estacións con grupos electrógenos e Sistemas de Alimentación Ininterrompidos, que permitan un paro suave da instalación cando se detecte un fallo de subministración.

Para o cálculo do tempo de paro brusco dunha bomba solicitaranse ao fabricante os parámetros dinámicos da mesma, esencialmente a velocidade de rotación N (rpm) e o momento de inercia da masa que xira I (kg·m²).

No caso de que se utilice un programa comercial, estes datos introduciranse no modelo de cálculo e serán utilizados para determinar a propagación da onda.

No caso de utilizar a metodoloxía de cálculo simple, propónse unha estimación do tempo de peche baseada na corrección de De Martino aos métodos de columna rixida (como o máis usualmente utilizado de Mendiluce). As vantaxes desta expresión documéntanse na referencia de *Abreu et al. (1995)* incluída na bibliografía.

O tempo de peche T_c calcúlase a partir dunha análise baseada en números adimensionais, como o parámetro:

$$\Gamma = \frac{T_c}{\frac{Lv}{gH_0}} \quad (1)$$

Onde:

T_c : tempo de peche (s).

L : lonxitude da condución (m).

v : velocidade do auga en réxime permanente (m/s).

g : aceleración da gravidade (m/s²).

H_0 : altura xeométrica de bombeo (m).

que relaciona o tempo de peche e o tempo de inercia da columna de auga, e o parámetro de inercia:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

$$\chi = \left(\frac{2\pi}{60} \right)^2 \frac{gI\eta N^2}{\gamma L v Q} \quad (2)$$

Onde:

I : inercia do grupo motor-bomba (kg·m²).

η : rendemento da bomba (-).

N : velocidade de xiro (rpm).

γ : peso específico do fluído (N/m³).

Q : caudal bombeado (m³/s).

que é a relación entre a inercia do conxunto motor-bomba e a da columna de auga.

A expresión proposta por De Martino que relaciona ambos os parámetros é:

$$\chi = \frac{1.2\Gamma - 1}{1 - \frac{H}{H^*} \left(1 - \frac{1.5}{\Gamma} \right)} \quad (3)$$

Onde:

H : altura de bombeo, suma da xeométrica e as perdas.

H^* : altura de bombeo a caudal nulo, lida ou extrapolada sobre a curva característica da bomba .

Para o cálculo de tempo de peche T_c calcularase en primeiro lugar o valor do parámetro χ (ecuación 2), posteriormente determinarase sobre a (ecuación 3) o valor de Γ , e de aí deducirase o valor de T_c (ecuación 1). Esta metodoloxía recóllese no exemplo, baseado no recollido na referencia de *Abreu et al. (1995)*.

Exemplo 3

Determinación do tempo de peche

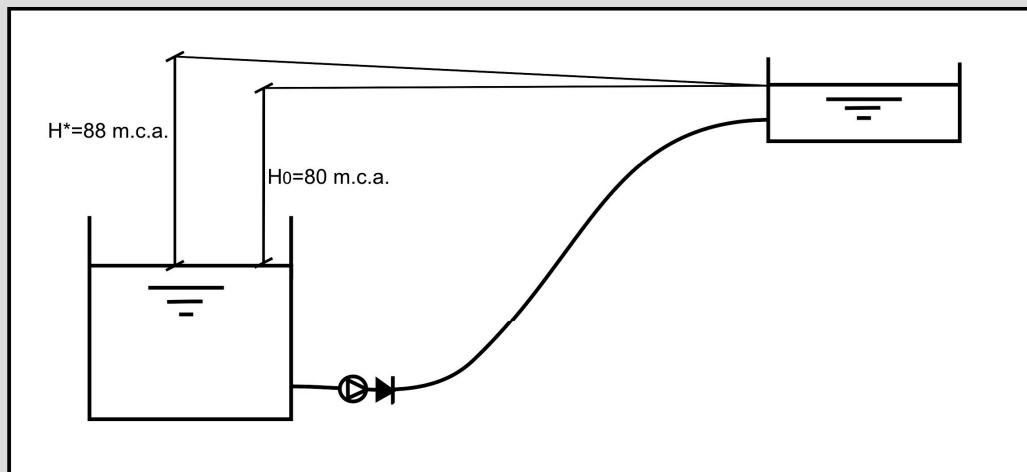


Figura 15. Esquema da impulsión.

O sistema caracterízase polos parámetros:

D=200 mm
V=1,55 m/s
Q=48,8 L/s
L=713 m

Ademais dispónse dos seguintes datos da bomba dados polo fabricante:

N= 2950 rpm
 $\eta= 0,8$
I= 2,8 Kg·m²

Tempo de peche

Para a determinación do tempo de peche hase determinar o punto de funcionamento do sistema que se amosa a continuación:

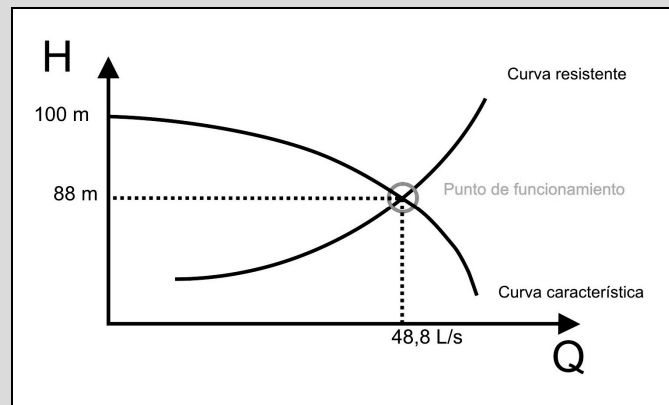


Figura 16. Punto de funcionamento do sistema.

Logo obtense o parámetro χ :

$$\chi = \left(\frac{2\pi}{60} \right)^2 \frac{gI\eta N^2}{\gamma LvQ} = 3,96$$

Despois Γ :

$$3,96 = \frac{1.2\Gamma - 1}{1 - \frac{H}{H^*} \left(1 - \frac{1.5}{\Gamma} \right)} \Rightarrow \Gamma = 2,8$$

E por último: T_c :

$$\Gamma = \frac{T_c}{\frac{Lv}{gH_0}} \Rightarrow T_c = 3,95s$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

ABREU, J. M.; E. CABRERA; P. L. IGLESIAS y J. IZQUIERDO (1995). *El golpe de ariete en tuberías de impulsión. comentarios a las expresiones de Mendiluce*. Ingeniería del Agua, vol.2, n 2.

ITOHG-ABA-1/5

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE ABASTECIMIENTO

TÍTULO	DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE CONDUCCIÓNs (ABA-1/5)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE CONDUCIÓNs (ABA-1/5)

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- CLASIFICACIÓN
 - 2.1.- Segundo o uso
 - 2.2.- Segundo o tipo constructivo
 - 3.- COTA E REBOMBEO.
 - 4.- CAPACIDAD E TIPOLOXÍAS
 - 4.1.- Capacidade
 - 4.2.- Tipoloxías e detalles
 - 5.- ELEMENTOS DE ENTRADA E SAÍDA
 - 5.1.- Tubaxes de entrada
 - 5.2.- Tubaxes de saída

BIBLIOGRAFÍA

1.- INTRODUCCIÓN

Esta instrucción recolle aspectos xerais sobre a disposición de depósitos en sistemas de abastecemento. Baséase noutras instruccións previas (ITOHG-ABA-1/1 e 1/2), que fixan respectivamente a capacidade e a cota dos depósitos, ao fixar as dotacións e as presións de servizo.

2.- CLASIFICACIÓN

Os depósitos pódense clasificar segundo o uso ou localización dentro do sistema, ou ben dependendo da tipoloxía construtiva. A continuación preséntanse ambas as clasificacións.

2.1.- Segundo o uso

Aos depósitos intermedios nunha adución, cuxa misión é compatibilizar os rexímenes de bombeo cos tramos de circulación por gravidade, chámaseles depósitos de regularización de bombeos. O cálculo do seu volume dedúcese do réxime de entrada (normalmente varias horas ao día, segundo a estratexia do bombeo) e do de saída (condicionado polo sistema augas abaixo), de modo que se almacene ou se ceda auga con balance nulo en 24 horas. A súa misión non é de acumulación de auga, salvo que se deseñen cun uso mixto, senón que actúan como un elemento de regulación pura. Non se volverán a mencionar explicitamente nesta instrucción, e non lle son de aplicación as consideracións sobre dotacións.

A tipoloxía máis habitual de depósitos son os de distribución, cuxa misión é non só regular e manter un réxime de presións estable, senón incluír no sistema un volume de auga de emerxencias, fronte a avarías.

Os depósitos de distribución adóitanse situar en cabeceira da rede (augas abaixo da ETAP), aínda que en redes de medio ou gran tamaño, ou con diferenzas de cota apreciables, incorpórase tamén certa capacidade de regulación en cola ou en puntos intermedios da rede de distribución. A efectos do cálculo do volume de regulación dun sistema considerárase a suma dos volumes de todos os depósitos de regulación do sistema, independentemente da súa localización física.

Distribuír a capacidade de regulación permite que a rede arterial distribúa dun modo máis uniforme cara aos depósitos (o caudal medio, de modo estable), a partir dos que sae a rede secundaria, seguindo a lei de demanda. Isto redundará en diámetros menores na rede arterial, que apenas sofre puntas de consumo.

Os elementos con pequena capacidade cuxa misión principal é achegar presión ao sistema grazas a unha cota elevada denomínanse torres de presión. É habitual vincular unha torre a un depósito mediante un bombeo, o que reduce notablemente a capacidade do mesmo, e abarata o investimento. A torre pode substituírse por un acumulador hidráulico a presión.

Apélase a estas torres ou acumuladores cando o sistema xeral non pode dar presión suficiente por motivos topográficos. Se a deficiencia de presión débese a unha construción particularmente elevada (p.e. rañaceos), poderase considerar un rebombeo no propio edificio.

2.2.- Segundo o tipo construtivo

Segundo o tipo construtivo, os depósitos poden ser:

- Elevados: se o depósito está netamente sobre a cota do terreo. As torres son claramente depósitos elevados.
- Superficiais: se todo o depósito sitúase sobre a superficie do terreo.
- Semienterrados: se a capacidade do depósito repártese por encima e por baixo da superficie do terreo.
- Enterrados: se toda a capacidade do depósito obtense por escavación no terreo.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

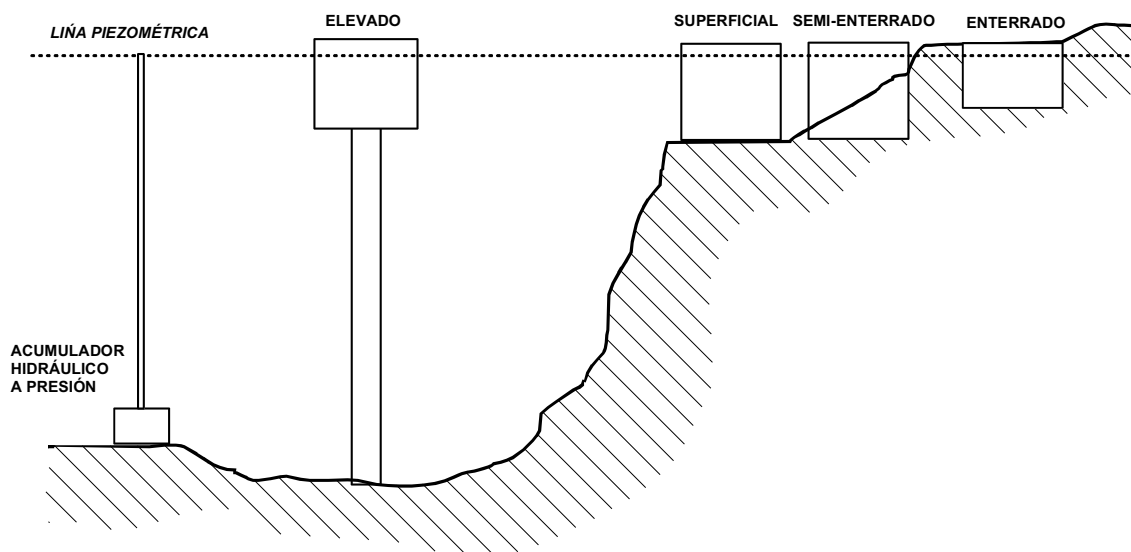


Figura 1. Tipoloxía de depósitos.

3.- COTA E REBOMBEO

Os depósitos dos que emana a rede secundaria (con acometidas), situaranse a unha cota elevada respecto dos puntos de consumo, de modo que a rede adquira por gravidade as presións indicadas nas táboas 6 e 7 da ITOHG-ABA -1/2. De non ser posible por condicionantes topográficos, instalaranse as correspondentes torres ou calderines. O fornecemento a usuarios por encima destas presións non se garante, debendo estes usuarios asumir o custo do rebombeo.

4.- CAPACIDADE E TIPOLOXÍAS

4.1.- Capacidade

A capacidade dun conxunto de depósitos en sistema de abastecemento debe ser tal que poida abastecer, sen achegas desde a ETAP ou desde outras fontes de fornecemento, a demanda punta diaria no ano horizonte do proxecto durante un día completo, é dicir, a demanda media diaria afectada da punta estival (1.4, segundo detállase en ITOHG-ABA-1/1, apartado 3.1).

Considerarase un volume adicional para incendios, equivalente ao 20% do valor indicado no parágrafo anterior, que en ningún caso consideraráse como un recurso utilizable para o consumo, aínda que si se incluíra nos cálculos ou simulacións hidráulicas que se realicen no sistema.

As formas recomendadas para os depósitos son a cilíndrica e a ortoédrica. A altura de auga será da orde de 3 a 5 m. Deberá xustificarse explicitamente a necesidade de acudir a maiores alturas.

4.2.- Tipoloxías e detalles

Salvo en casos moi xustificadas, os elementos de entrada e saída, by-passes, conexións entre vasos, limpeza, etc, así como os elementos para o control do volume almacenado e da calidade do auga se centralizarán nunha caseta anexa ao depósito, denominada cámara de chaves

Considerarase de forma prioritaria a tipoloxía de depósitos enterrados, polo seu menor afección paisaxística. Só no caso de que condicionantes topográficos impidan esta tipoloxía consideraranse outras. Prestarase unha atención especial ás xuntas de construción e en xeral a calquera irregularidade en obra que puidese derivar en filtracións de ou cara ao depósito, tanto na solera do mesmo como nos seus muros de recinto.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

A solera terá un xogo de pendentes que facilite o seu baleirado para limpeza, e un drenaxe de fondo que permita o seu baleirado completo. No caso de que isto non sexa posible por gravidade, construírse unha poceta para a evacuación por bombeo, mediante unha bomba sumerxible, que pode estar sempre instalada, ou dispoñible na cámara de chaves.

Os depósitos particionaranse en polo menos dous recintos, para facilitar os labores de mantemento. Estes dous recintos deben poder permanecer estancos, e deben ser funcionais de modo independente. Isto obrigará en xeral a duplicar as conducións de enchido e baleirado, ou a establecer circuitos auxiliares.

Para evitar condensacións excesivas nas cubertas, dispoñeranse aberturas de ventilación, con rejillas de protección para evitar a intrusión de pequenas aves.

As torres de presión adoptarán formas tendentes ao máximo aproveitamento dos materiais, e ao mínimo impacto visual. Os materiais recomendados son o formigón e o aceiro. Neste último caso tomaranse as medidas necesarias para garantir a resistencia á corrosión. O interior do vaso debe revestirse cun material que garanta a durabilidade do depósito e a calidade do auga.

5.- ELEMENTOS DE ENTRADA E SAÍDA

Toda condución que atravesese os muros de recinto dun depósito farao mediante un manguito soldado ou embridado encaixado no muro e selado mediante unha impermeabilización que garanta a inexistencia de filtracións.

Debe estudarse a disposición dos elementos de entrada e saída para garantir a inexistencia de zonas mortas. Na medida do posible situaranse en extremos opostos do depósito, ou de cada vaso en caso de depósitos con múltiples particións.

5.1.- Tubaxes de entrada

A tubaxe de entrada situarase preferentemente na parte superior do depósito, vertendo sobre a lámina de auga sen contacto físico con esta. Isto independiza a adución do depósito, e evita o baleirado do depósito pola tubaxe de adución sen necesidade de válvulas de retención.

No caso de que a disposición indicada no parágrafo anterior non se adopte, débense tomar medidas para evitar o baleirado do depósito, mediante a interposición dunha válvula de retención, situada entre válvulas de seccionamento.

No segmento entre estas válvulas, que deben instalarse sexa cal for a tipoloxía de entrada, se ubicará así mesmo unha válvula de control de enchido do depósito, que estará controlada por algún mecanismo que indique o nivel do mesmo. Este mecanismo pode ser electrónico, pero en todo caso debe haber un sistema automático e mecánico (p.e. unha boia), que peche a admisión no caso de enchido total.

Para rematar, considerarase a posibilidade de instalar entre as válvulas de seccionamento un dispositivo antiarriete, se o mecanismo de regulación de enchido non é lento.

Augas arriba do mencionado paquete de válvulas dispoñerase unha "T", cun by-pass para evitar a entrada cara ao depósito e facilitar a distribución directa á rede secundaria.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

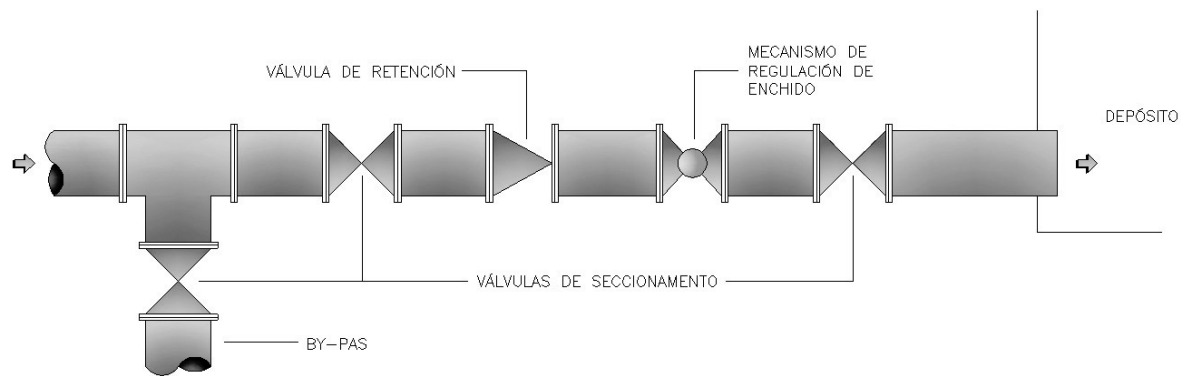


Figura 2. Tubaxe de enchido mediante impulsión.

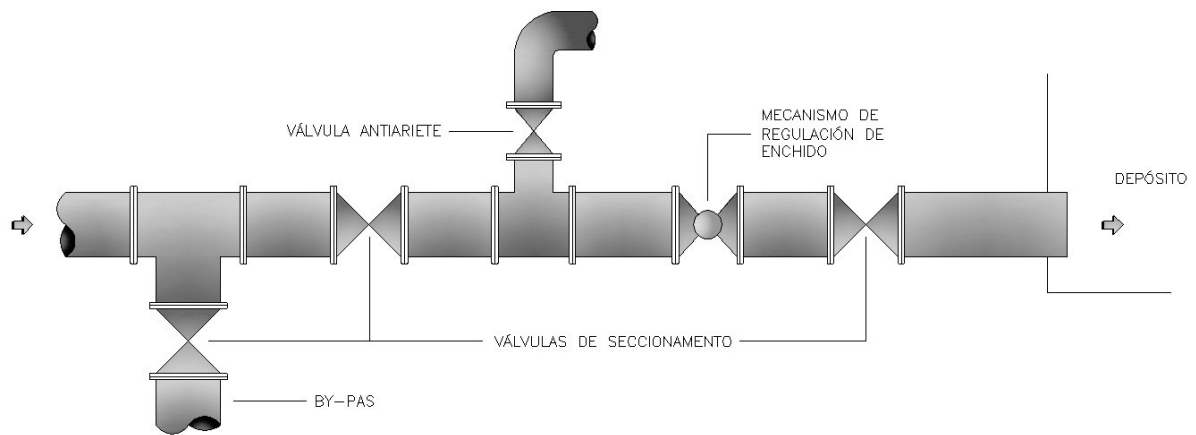


Figura 3. Tubaxe de enchido por gravidade.

5.2.- Tubaxes de saída

A tubaxe de saída situarase na parte baixa do depósito, a non menos de 20-30 cm da solera, para evitar a captación de posibles depósitos de fondo.

Na tubaxe de saída incorporaranse válvulas de seccionamento, entre as que se dispoñerá unha válvula de retención para evitar o fluxo inverso. Inmediatamente augas abaixo deste bloque situarase unha ventosa, para purgar o posible aire captado no depósito, e a conexión do by-pass.

A existencia de varios vasos obrigará en xeral a duplicar estas conducións e elementos, que se situaranse na cámara de chaves.

Nos casos de depósitos de cola con misión de regulación, ou outros depósitos de compensación no sistema, as conducións de entrada e saída poden coincidir, e actuar dun ou outro modo segundo o momento do día. Neste caso, a tubaxe dividirse en dúas ramais con senllas válvulas de retención ao chegar ao depósito. Os elementos de regulación e seccionamento dispoñeranse previamente ao desdoblamento.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

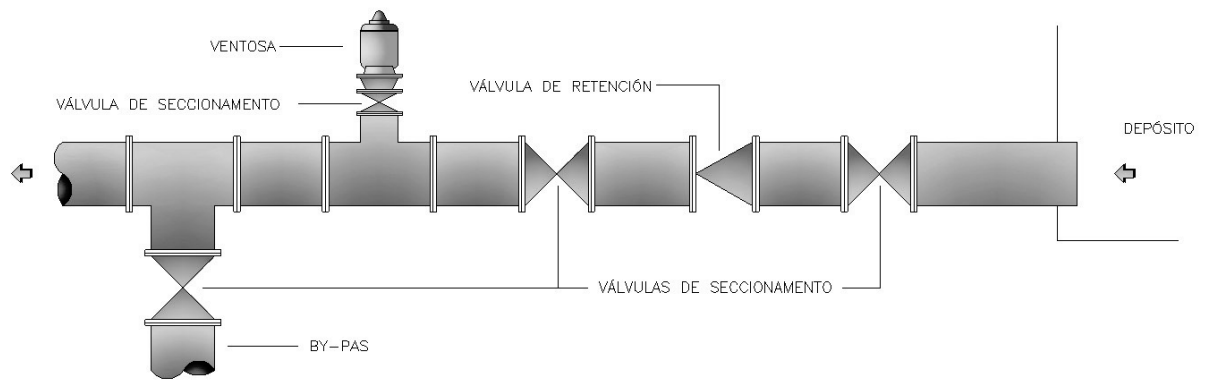


Figura 4. Tubaxe de saída

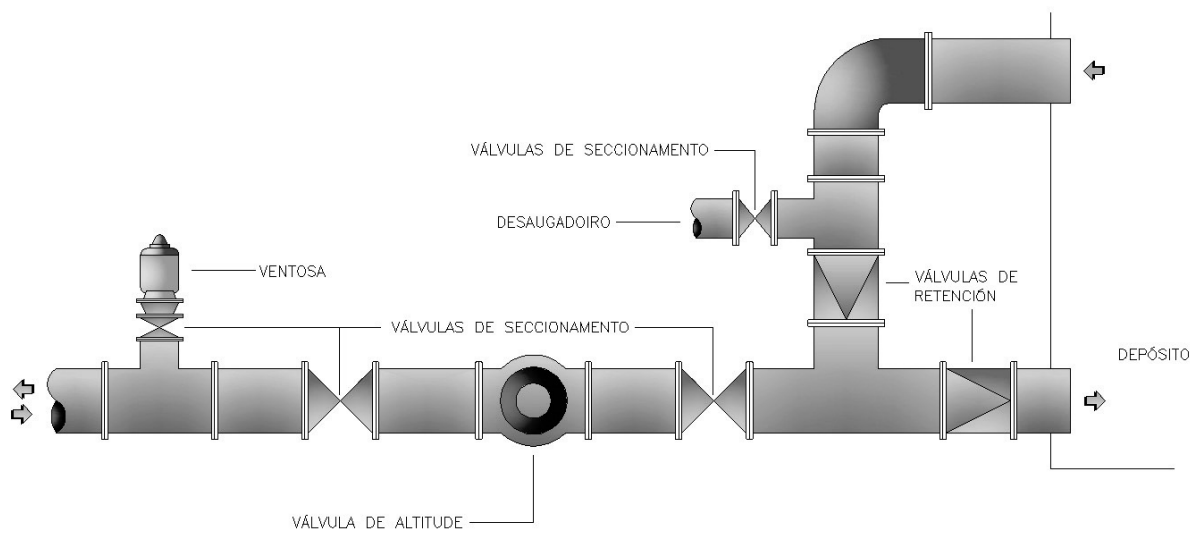


Figura 5. Tubaxe conxunta para enchido e baleirado.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (2000). *UNE-EN 805. Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes*. AENOR.

AYUNTAMIENTO de VALENCIA (2001). *Pliego de Condiciones Técnicas para la nueva gestión del servicio de abastecimiento de agua a la ciudad de Valencia. Ciclo integral del agua*. Ayuntamiento de Valencia.

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Ministerio de Fomento (España).

CYII (1995). *Normas para el abastecimiento de aguas*. Canal de Isabel II.

EMASESA (2005). *Instrucciones Técnicas para las redes de abastecimiento*. Ayuntamiento de Sevilla.

MOPU (1975). *Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento y Saneamiento de Poblaciones*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (España).

TEJERO, I.; SUAREZ, J.; JÁCOME, A. y TEMPRANO, J. (2004). *Introducción a la ingeniería sanitaria y ambiental*. E.T.S. de Ing. de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria.

URALITA (2004). *Manual de conducciones Uralita*. Thomson-Paraninfo.

XUNTA de GALICIA (2007). *Plan de abastecimiento de Galicia*. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible.

ITOHG-ABA-1/6

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE ABASTECIMIENTO

TÍTULO	CAPTACIONs. ESTUDOS HIDROLÓXICOS. (ABA-1/6)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



**CAPTACIÓNs. ESTUDOS HIDROLÓXICOS.
(ABA-1/6)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións			

ÍNDICE

-
- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- MODELO HIDROXÓGICO
 - 2.1.- Metodoloxía
 - 2.1.1.- Cálculo do caudal de estiaxe
 - 2.1.2.- Cálculo del caudal de protección
 - 2.1.3.- Caudal dispoñible
 - 3.- EXEMPLO

BIBLIOGRAFÍA

1.- INTRODUCCIÓN

No marco do Plan de Abastecemento de Galicia desenvolveuse un estudo hidrolóxico co fin de estimar, para cada unha das captacións superficiais consideradas no Plan tanto propostas como existentes, as posibilidades que ofrecen para satisfacer a demanda en relación coa dispoñibilidade do recurso. A metodoloxía que se propón nesta instrución é concordante coa desenvolvida no citado Plan, polo que as captacións xa recollidas no mesmo foron calculadas de acordo con esta Instrución, e pódense utilizar como punto de partida, ao que haberá que aplicar as salvaguardas e precaucións que se contemplan máis adiante.

A análise proposta, orientada a determinar o potencial de uso dunha captación céntrase, desde o punto de vista probabilístico, na súa resposta en anos extremadamente secos con probabilidades de ocorrencia do 75%, 90%, 95% e 99% respectivamente. Para cada un destes anos característicos débense analizar os meses máis deficitarios, é dicir, os do período de estiaxe correspondentes a xullo, agosto e setembro, que son os de maior demanda desde o punto de vista do consumo.

Defínese e préstase unha especial atención aos caudais de mantemento do río, aqueles limiares de caudal por baixo dos cales non recomendar a extracción de auga. Estes caudais, así como a dispoñibilidade do recurso para unha probabilidade dada, son os que definen a idoneidade de uso na captación.

Os resultados obtidos ofrécense en forma de táboas por provincias e código do sistema de abastecemento ao que pertencen para cada unha das captacións superficiais propostas e existentes. Estes resultados poden ser útiles á hora de valorar a factibilidade das captacións analizadas.

Para rematar, non se pode perder de vista o feito da insuficiencia de información hidrométrica en Galicia, da falta de uniformidade na distribución das poucas estacións existentes, da nula información nalgunhas zonas do territorio e o elevado grao de alteración do réxime natural dalgúns ríos. Esta circunstancia pode incidir no grao de precisión das estimacións realizadas, particularmente nas captacións situadas en pequenas concas, polo que se debe complementar o cálculo aquí proposto cunha inspección en campo que cualitativamente ou cuantitativamente permita comprobar os resultados da estimación.

No caso de que a captación realícese nun curso de auga cuxo caudal de estiaxe sexa dunha orde superior ao caudal captado, este estudo pode ser obviar, de acordo coa dirección do proxecto.

2.- MODELO HIDROLÓXICO

Propónse realizar para cada captación unha sinxela comprobación hidrolóxica, baseada nun estudo que a nivel global realizouse no Plan de Abastecemento de Galicia.

O cálculo proposto parte dunhas bases que deben ser tidas en conta:

- Obtense o caudal da captación supondo que non hai máis captacións augas arriba. Se as hai, deben ser consideradas (restadas do caudal dispoñible). Se se sospeita da existencia de tomas non declaradas, este dato debe ser así mesmo considerado.
- Considéranse unhas rexións homoxéneas dentro de Galicia, e un comportamento uniforme en cada rexión. Non se poden detectar fenómenos moi locais, polo que este método complementarase con información de campo.
- As tomas en ríos regulados débense calcular con outra metodoloxía (se se considera preciso), xa que o método proposto non ten en conta a alteración do réxime de caudais que xera unha presa de encoro.

2.1.- Metodoloxía

2.1.1.- Cálculo do caudal de estiaxe

a) O paso inicial é a definición do caudal medio dunha conca (Q_0) no punto da captación. Obtense a partir da seguinte ecuación rexional:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

$$Q_0 = 0.1198Ac^{0.772} (R^2 = 0.986)$$

A ecuación proposta obtívose a partir da análise rexional das estacións de aforamento de Galicia, tras as preceptivas probas de homoxeneidade das series. Dado que cada conca presenta un área distinta, mediante unha regresión exponencial chégase á expresión proposta, na que a área se expresa en km² e o caudal obtense en m³/s.

O coeficiente de determinación obtido garante que a estimación do caudal media anual nunha conca non aforada, aínda que estará suxeita a erro, mantense dentro dunhas marxes estreitas.

b) Caudal medio anual (Q_p) dun ano seco no punto da captación (m³/s) correspondente a un determinado grao de severidade na seca. Análizanse anos característicos con probabilidades do 75, 90, 95 e 99% respectivamente.

As probabilidades que se propón deben ser interpretadas en termos do complementario do inverso do período de retorno. Isto é, a unha probabilidade de 99% correspóndelle un período de retorno de 100 anos, xa que a probabilidade de que o valor de Q_p sexa inferior ao proposto un ano calquera é do 1%. Do mesmo xeito, o 95% corresponde ao período de retorno de 20 anos, o 90% corresponde a un período de retorno de 10 anos, e o 75% ao de 4 anos, xa que a probabilidade de que se de un caudal inferior un ano calquera é do 25%.

O caudal anual Q_p correspondente a unha probabilidade de excedo dada seguindo o método da análise rexional pódese determinar como o produto do caudal media anual e un factor de probabilidade estimado rexionalmente seguindo a seguinte expresión:

$$Q_p = Q_0 \cdot X_p$$

Onde:

Q_p : Caudal anual correspondente a unha probabilidade de excedo p dada, (m³/s)

Q_0 : Caudal media anual, (m³/s)

X_p : Factor de probabilidade (segundo táboa 1)

Táboa 1. Factores de probabilidade (X_p) para a función de distribución Log-normal III.

P, %	75 %	90 %	95 %	99 %
X_p	0.693	0.514	0.423	0.277

Os factores de probabilidade ou "cuantíis" obtivéronse da análise das series dispoñibles en todas as estacións de aforamento de Galicia, e vinculan caudais extremos cos medios, para distintos períodos de retorno, usando unha única distribución a nivel rexional. Previamente, validáronse os tests de homoxeneidade, e garantiuse a idoneidade da función de distribución Lognormal III como a de mellor axuste.

Por exemplo, o cuantil X_{99} establece a relación entre o caudal medio do ano cuxa seca corresponde a un período de retorno de 100 anos, co caudal medio do ano medio.

c) Caudais de estiaxe. Defínense uns coeficientes: C_{m^I} , $C_{m^{II}}$, $C_{m^{III}}$, denominados coeficientes mensuais dos meses máis deficitarios do ano (período de estiaxe). Obtéñense da análise dos hidrogramas anuais e é un valor adimensional resultante do cociente entre o caudal medio mensual nun mes determinado e o caudal medio anual de todo o período de observacións. Atendendo á distribución dentro do ano e a súa forma, os hidrogramas adimensionais dividíronse nun total de 9 zonas en toda Galicia. Isto é preciso, xa que non existe homoxeneidade para este parámetro.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

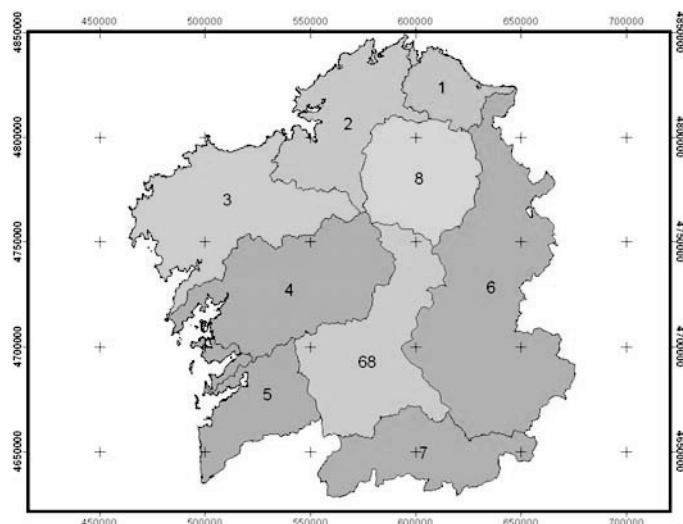


Figura 1. Clasificación dos hidrogramas anuais por zonas.

Denomínase C_m^I ao cociente entre o caudal correspondente ao mes máis seco e o medio anual. O valor C_m^{II} correspondería ao segundo mes máis seco e así sucesivamente.

Os coeficientes mensuais C_m^I e C_m^{II} adoitan corresponder aos meses de agosto e setembro, mentres que C_m^{III} corresponde ao mes de xullo (Táboa 2). O mes con menor valor considérase o máis restrictivo e é o C_m^I . É o que se considerará para o cálculo. Na táboa 2 márcanse os seus valores en negra.

Táboa 2. Coeficientes C_m^I , C_m^{II} y C_m^{III} dos meses de estiaxe

mes/zona	1	2	3	4	5	6	7	8	68
Xull	0.473	0.299	0.359	0.268	0.193	0.368	0.205	0.246	0.225
Ago	0.349	0.189	0.237	0.150	0.105	0.223	0.097	0.129	0.113
Set	0.373	0.177	0.237	0.184	0.152	0.203	0.090	0.140	0.115

d) Caudais de estiaxe nun ano seco: Q_{mp}^I , Q_{mp}^{II} , Q_{mp}^{III} . Son os caudais mensuais dos tres meses máis deficitarios do ano no punto da captación (m^3/s) correspondentes a unha probabilidade de excedo (p) dada. Analízanse anos característicos con probabilidades do 75, 90, 95 e 99% respectivamente.

Os valores de Q_m^I p obtéñense de acordo coa seguinte expresión:

$$Q_{mp}^I = Q_p \cdot C_m^I$$

Para o cálculo considerárase exclusivamente o Q_{mp}^I . Pódense calcular o resto de valores para adquirir máis información sobre o proceso, ou para percibir se o problema xerado polo estiaxe esperable é puntual ou netamente estacional.

Procedemento de cálculo:

Dado o caudal medio anual correspondente a un certo período de retorno (caudal medio dun ano seco), penalízanse os meses de estiaxe co coeficiente que se obtivo, segundo a expresión anterior.

A partir da área da conca, estímase o caudal de estiaxe do mes máis seco, seguindo unha cadea de operacións, que se esboza:

A partir da área da cunca, calcúlase Q_0 , como: $Q_0 = 0.1198Ac^{0.772}$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

A partir de Q_0 , calcúlase Q_p como: $Q_p = Q_0 \cdot X_p$

A partir de Q_p , calcúlase Q_{mp}^I como: $Q_{mp}^I = Q_p \cdot C_m^I$

Co que se estima o caudal medio do mes máis seco, nun ano seco, que se considera un valor suficientemente representativo do caudal mínimo que pode chegar a canle.

Como se indicou, este valor non incorpora as extraccións que se están producindo augas arriba, e que deberán ser consideradas, a efectos de avaliar correctamente o caudal dispoñible no punto de análise.

Outra excepción é a dispoñibilidade deste recurso a nivel superficial. En moitos casos, nos que o fondo da canle é permeable (areas, gravas), unha parte substancial do caudal de estiaxe pode circular nunha banda subsuperficial, de modo que o río non mostra na súa superficie o caudal que efectivamente transporta no subsolo. Durante a inspección de campo, necesaria antes de dar por boa unha toma, deberase considerar este aspecto, e avaliar as obras necesarias para asegurar a captación. No caso de que o fluxo superficial non sexa dominante e dificultese a obra, a captación pode ser descartada.

2.1.2.- Cálculo do caudal de protección

A pesar de que o abastecemento de auga potable é un uso prioritario da auga superficial, é moi conveniente avaliar ata que punto existe unha garantía na toma, e ter unha orde de magnitude da afección ambiental que se xera. Se esta afección é severa, deben considerarse alternativas, ou xustificar que non existe alternativa.

Un parámetro frecuentemente utilizado como caudal mínimo de protección dunha canle, é o coñecido como $7Q_{10}$, que é o caudal mínimo media de 7 días consecutivos cun período de retorno de 10 anos (m^3/s). En diversas directivas internacionais defínese como un caudal de mantemento e limiar por baixo do cal non recomendar a extracción de auga nas captacións. É un método de estimación de caudais de protección (ou ecolóxicos) útil no caso de que non se fagan estudos específicos, baseados na protección do hábitat. Se a entidade da toma e a canle esixeno, é conveniente realizar eses estudos específicos.

Realízouse unha análise rexional do parámetro $7Q_{10}$ para Galicia. Proponse para a súa avaliación a seguinte ecuación:

$$7Q_{10} = 0.0031Ac^{0.8736} (R^2 = 0.837)$$

Como en casos anteriores, o valor presentado obtense da análise das estacións de aforamentos de Galicia, previa análise da súa homoxeneidade.

2.1.3.- Caudal dispoñible

Defínese o caudal dispoñible como a diferenza entre o caudal total estimado e o $7Q_{10}$. Se se avoga polo respecto do $7Q_{10}$, o caudal dispoñible é o caudal útil para a súa extracción, e pódese asociar a un estiaxe correspondente a unha probabilidade dada. De acordo coa metodoloxía proposta, pódense analizar anos característicos con probabilidades do 75, 90, 95 e 99% respectivamente.

O dato do caudal dispoñible debe enfrontarse á demanda (D), que se definirá de acordo ao proxecto de sistema de abastecemento.

En función do resultado, caben varias opcións:

- a) Oferta capaz de satisfacer a demanda (D) en calquera mes do ano para calquera dos períodos de retorno analizados (4,10, 25, 100 anos), sen vulnerar o caudal de protección.
- b) Oferta limitada, que non satisfai a totalidade da demanda, asumindo o caudal de protección, por ser o caudal dispoñible inferior a esta no mes de estiaxe analizado, para algún dos períodos de retorno establecidos.
- c) Oferta non compatible co mantemento do caudal de protección, onde o $7Q_{10}$ é superior ao Q_{mp}^I e non hai posibilidade algunha (sempre que se respecte o limiar de mantemento definido do $7Q_{10}$) de satisfacer a demanda

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

para unha probabilidade dada.

d) Oferta insuficiente, onde, prescindindo ata da reserva ($7Q_{10}$), a demanda é superior ao caudal de estiaxe.

Só o caso a) é absolutamente viable. De darse o caso b) débese analizar para que períodos de retorno hai déficit, e que caudal de protección poderíase garantir se se satisfixese a demanda. Débese xustificar que non hai outra opción viable.

Os casos c) e d) son claramente desaconsexables, xa que non é posible satisfacer a demanda cunha mínima reserva de caudal na canle.

3.- EXEMPLO

Exemplo 1

Considérese unha captación na zona de Boiro, a partir dunha conca cuxa área é de 10 km^2 . A demanda necesaria é de 10 L/s .

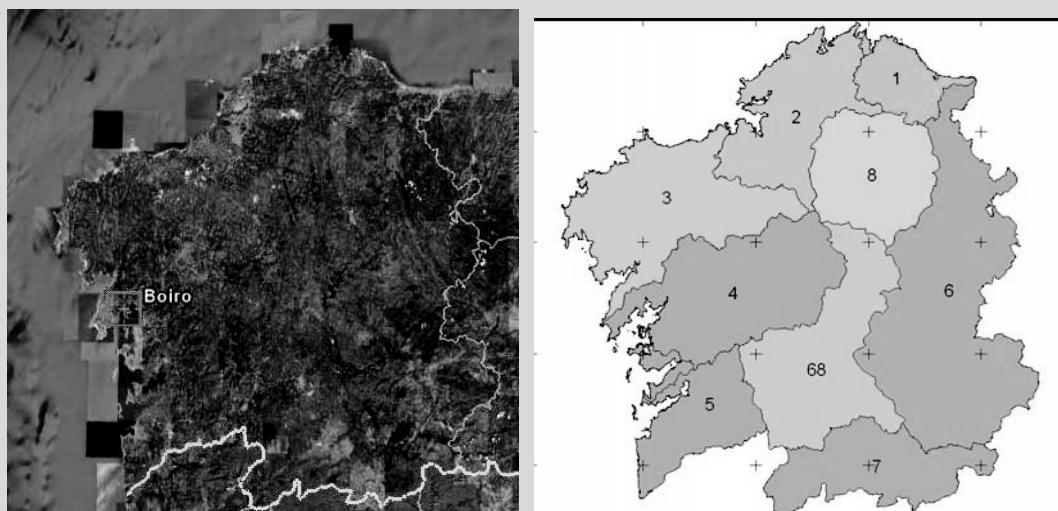


Figura 2. Situación de Boiro en Galicia (zona 4).

Na seguinte táboa preséntase o caudal medio anual Q_0 , os caudais medios anuais en anos secos para distintos períodos de retorno, e os caudais mensuais de estiaxe nestes mesmos anos secos. Preséntase así mesmo o $7Q_{10}$ da conca e o caudal dispoñible nos meses de estiaxe considerados. Considérase déficit como a imposibilidade de cumprir a totalidade da demanda, asumindo que se respecta o valor de $7Q_{10}$.

	$Q_0=$	$Q_m^l(C_m^l=0.15)$	$7Q_{10}$	$Q_{\text{dispoñible}}$	Déficit
$Q_{75}=$	$0.709 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.074 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.023 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.051 \text{ m}^3/\text{s}$	-
$Q_{90}=$	$0.491 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.055 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.023 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.032 \text{ m}^3/\text{s}$	-
$Q_{95}=$	$0.364 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.045 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.023 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.022 \text{ m}^3/\text{s}$	-
$Q_{99}=$	$0.300 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.029 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.023 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.006 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.004 \text{ m}^3/\text{s}$

Como se pode apreciar, só para o ano seco de 100 anos de período de retorno aparece un déficit, que pode ser paliado facendo decrecer levemente o caudal de protección. Neste caso, o escenario sería de tipo a) para os períodos de retorno de 4, 10 e 20 anos e de tipo b) para 100 anos. A recomendación, salvo que houboese unha fonte alternativa de mellores prestacións, sería acometer a actuación.

No caso de que se quixesen demandar 50 L/s , a situación sería a) para 4 anos, b) para 10 anos e d) para 20 e 100 anos, o que faría desaconsexable a toma.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

ITOHG-ABA-2/1

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE ABASTECIMIENTO

TÍTULO	ELEMENTOS SINGULARES EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO (ABA-2/1)
Data de elaboración	Novembro de 2003
Revisión vixente	Novembro de 2003



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



**ELEMENTOS SINGULARES EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO
(ABA-2/1)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC), Efrén Sánchez Muiño(GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- ALOXAMENTOS E ELEMENTOS DE REDE
 - 2.1.- *Aloxamentos*
 - 2.2.- *Elementos de rede*
 - 3.- CÁMARAS DE CHAVES EN DEPÓSITOS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUCTIVOS

1. LENDA
 2. SECCIONAMENTO S CON DESAUGADOIRO E CON DERIVACIÓN
 3. SECCIONAMENTO S CON DERIVACIÓN
 4. SECCIONAMENTO CON DERIVACIÓN E AIREACIÓN
 5. SECCIONAMIENTO. INSTALACIÓN DE VRP
 6. VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN
 7. CÁMARA DE CHAVES
-

1.- INTRODUCCIÓN

A inmensa casuística que inclúen as obras de abastecemento fai inviable unha descrición exhaustiva de tódolos elementos auxiliares que poden ser requiridos. Nesta instrución faise referencia a dúas familias de elementos: os aloxamentos para valvulería e as cámaras de chaves. No primeiro caso, preténdese deixar constancia da necesidade de aloxar os elementos auxiliares da rede en recintos de dimensións adecuadas, e no segundo, expóñense os elementos mínimos de control para garantir un funcionamento adecuado dos depósitos.

2.- ALOXAMENTOS E ELEMENTOS DE REDE

2.1.- Aloxamentos

Todos os elementos da rede (válvulas ou elementos de manobra) disporán dun adecuado aloxamento que permita o acceso para a súa inspección, reparación ou manobra. Distínguense tres tipos de aloxamento, en canto á súa accesibilidade:

- Cámaras: o acceso realízase mediante unha cuberta removible de formigón ou chapa dun ou varios tramos, ou mediante unha infraestrutura similar, que libere unha parte substancial do teito do aloxamento, e que permita unha sinxela substitución dos elementos incluídos no aloxamento mediante grúa ou outros medios técnicos.
- Rexistros: o acceso é visitable a través dun pozo, cunha abertura circular a nivel do terreo.
- Arquetas: son aloxamentos non directamente visitables.

Como norma xeral evítanse as arquetas en tódolos elementos da rede. Situaranse cámaras naqueles aloxamentos que inclúan elementos que polas súas dimensións esixan grúas ou medios similares para a súa manipulación e montaxe. Os dispositivos de peche dos aloxamentos serán, polo menos, das seguintes clases:

Clase B (125) para beirarrúas, espazos axardinados ou de uso rural e zonas sen tránsito.

Clase C (250) para zonas de tránsito peonil, bordos de calzadas e zonas de aparcadoiro.

Clase D (400) para zonas de tráfico rodado.

Os marcos dos rexistros serán cadrados ou redondos. As tapas serán redondas. Os marcos e as pezas das cámaras deberán garantir que o seu uso cotián non permite a caída da tapa ao aloxamento. Só as pezas que se retiren moi ocasionalmente poden incumprir esta condición, pero a manobra de retirada das tapas debe realizarse con especial coidado no que se refire á seguridade.

2.2.- Elementos de rede

As redes necesitan dunha serie de elementos para o seu correcto funcionamento tanto en réxime permanente como nos transitorios, e adicionalmente requiren de elementos de seccionamento que permitan illar un tramo para a súa inspección ou reparación. Destácanse os seguintes:

- Válvulas de seccionamento ou operación: válvulas de tipo todo/nada que teñen a misión de illar tramos de rede -no caso das de seccionamento-, limitar as tomas, dar auga a hidrantes ou tomas de incendio, etc. As válvulas de comporta e de bolboreta poden cumprir a misión de válvula de seccionamento.
- Válvulas de regulación: válvulas que limitan parcialmente o paso da auga, regulando así o caudal. Poden accionarse manualmente, aínda que o usual é que se accionen mediante un motor eléctrico, un dispositivo pneumático ou un pistón hidráulico. Poden asociarse a algún tipo de lóxica no seu proceso de apertura, aínda que nese caso habería que consideralas dentro do seguinte apartado. As válvulas de asento plano ou as de chorro cilíndrico son boas para garantir a regulación de caudais.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Válvulas de control: válvulas con boa capacidade de regulación asociadas a unha lóxica que lles permite decidir o punto de peche de modo automático, en función dos sinais (presións, caudais) que mide ben con dispositivos hidráulicos, ben con sondas analóxicas incorporadas á estrutura da válvula. Entran nesta categoría as válvulas reductoras de presión, sostedoras de presión, limitadoras de caudal, e calquera outras que respondan a un estímulo externo. As válvulas de retención ou as de boia nos depósitos serían casos particularmente simples no que a lóxica de resposta se refire.

Debe xustificarse a disposición das válvulas de control; no caso de que o seu funcionamento activo implique grandes variacións de presión, o proceso de control realizarase de forma escalonada.

Se o funcionamento da rede confiase a unha válvula de control, deberanse instalar dúas en paralelo, actuando unha delas como elemento de reserva. Tamén é admisible empregar varias válvulas en paralelo cando se precise un amplo rango de regulación, que sexa difícil de obter cunha soa válvula.

Independentemente do material da conducción, as válvulas están suxeitas a unha única norma, a UNE-EN-1074:2000, que cobre os seguintes apartados:

- Parte 1.- Prescricións xerais
- Parte 2.- Válvulas de seccionamento
- Parte 3.- Válvulas de retención
- Parte 4.- Purgadores e ventosas con flotador
- Parte 5.- Válvulas de regulación
- Parte 6.- Hidrantes e bocas de auga

A terminoloxía sobre válvulas detállase na norma UNE-EN 736:1996. Como se pode ver, ademais de válvulas, a norma UNE-EN 1074 incorpora ventosas e hidrantes. Estes elementos coméntanse a continuación.

- Ventosas: realizan basicamente dúas funcións, que son a expulsión do aire (de modo masivo no enchido da conducción, ou de modo gradual durante o funcionamento cotián) e o permitir a entrada de aire para limitar as presións negativas durante o baleirado da conducción ou durante transitorios. As ventosas trifuncionais cobren a totalidade das funcións, e débese garantir que as súas prestacións son as adecuadas á conducción onde se sitúan. No caso de que non cumpran a misión de purgado rutineiro do aire, coñécense como bifuncionais, ou de gran orificio. Existen ventosas que cumpren unha soa das misións descritas; son as ventosas monofuncionais.

Tódalas ventosas deben colocarse na xeratriz superior das tubaxes cunha chave de illamento que permita a súa retirada ou substitución en tarefas de inspección e mantemento.

A situación das ventosas debe xustificarse en cada caso, pero e os seguintes puntos consideraranse susceptibles para a súa colocación:

- As saídas dos depósitos
 - Nos puntos altos relativos das conduccións
 - Antes e despois das válvulas de peche: ambas se a tubaxe é sensiblemente cha, antes nos tramos ascendentes e despois nos descendentes.
 - En puntos de marcada variación de pendente, aínda que non existan máximos locais
 - A unha distancia regular xustificada, en tramos longos de pouca pendente.
- Hidrantes e bocas de incendio: a súa misión é dotar de auga aos corpos de extinción de incendios. As súas dimensións e as das conduccións que as acollen deben ser estudadas para garantir un caudal adecuado.

Nos planos adxuntos do 0 ao 6 preséntase de modo esquemático o aloxamento dos elementos de rede máis habituais. Cada elemento leva asociadas algunhas pezas auxiliares, ben para garantir a facilidade da súa montaxe e desmontaxe, ou ben para garanti-la súa funcionalidade. Nalgúns casos dispónse dun bypass ou dalgunha redundancia, que tamén son definidos.

As dimensións corresponden a casos-exemplo, sobre a base de conduccións de 200 mm, e non se pretende dar unha serie exhaustiva, senón unha batería de exemplos que mostren as disposicións recomendadas e as dimensións necesarias para os aloxamentos. En todo caso, no deseño dos aloxamentos debe primar a

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

funcionalidade, de modo que os elementos que se deben incluír caiban con folgura suficiente para a súa manipulación, montaxe e desmontaxe.

Nos esquemas (planos 0 a 6) recóllense como detalles os elementos pasamuros e outros elementos auxiliares de montaxe, como os preceptivos carretes. Insístese así mesmo na necesidade de incluír, nalgúns casos, elementos de aireación que garantan un funcionamento adecuado nas operacións de enchido e baleirado e que purguen a tubaxe de modo cotián.

Os espesores e elementos estruturais dos aloxamentos calcularanse tendo en consideración os esforzos hidráulicos que veñan dados, por exemplo, por un incremento de presión a ámbolos lados dunha válvula de seccionamento. Isto é especialmente importante e naqueles aloxamentos que vaia na ser empregados nas probas de presión das tubaxes.

Ademais, os ancoraxes de codos e outros singularidades terán en conta os esforzos hidráulicos correspondentes.

A continuación móstrase a relación de elementos recollidos nos planos:

- Lenda. Simbología.
- Seccionamento (inclúense válvulas de aireación –aireadores- a ámbolos dous lados do seccionamento).
- Seccionamento con desaugadoiro (inclúese unha válvula de aireación augas arriba do seccionamento, e non, de modo necesario, augas abaixo, por existir un desaugadoiro).
- Seccionamento con dous desaugadoiros (neste caso non se inclúen aireadores. A misión de purga no enchido ou baleirado da tubaxe asúmese por parte do desaugadoiro).
- Seccionamento con derivación (inclúense dous aireadores, como no caso dun seccionamento convencional).
- Seccionamento con derivación e desaugadoiro (mantense a aireación no extremo non cuberto polo desaugadoiro).
- Seccionamento con derivación e dous desaugadoiros (elimínanse os elementos de aireación, de modo análogo ao funcionamento con seccionamento simple).
- Seccionamento con dúas derivacións (inclúense dous aireadores).
- Seccionamento con dúas derivacións e desaugadoiro (mantense o criterio de eliminar a aireación no extremo que non inclúe o desaugadoiro).
- Seccionamento con dúas derivacións e dous desaugadoiros (non se inclúe aireación).
- Disposición de válvulas reductoras de presión en paralelo (cada liña é illada con dúas válvulas de comporta, a válvula reductora protéxese cun filtro, facilítanse posteriores manobras e flexibilízase o sistema con carretes de desmontaxe e límitase o diámetro de traballo con reducións en ambas liñas).
- Disposición de válvulas reductoras de presión mixta (serie/paralelo). Trabállase con diámetros reducidos mediante conos de redución. Cada serie de elementos é illado mediante válvulas de comporta. As proteccións e axudas mecánicas son similares aos do exemplo anterior.

Con esta batería de exemplos preténdese crear unha tendencia no dimensionamento de aloxamentos, uso de carretes, aireación/desaugadoiro e illamento de grupos de elementos. Esta tendencia debe ser extrapolada a calquera outra configuración de elementos.

3.- CÁMARAS DE CHAVES EN DEPÓSITOS

Os depósitos irán acompañados necesariamente dunha cámara de chaves, accesible e limitada nun recinto pechado. Salvo xustificación en contra, as tubaxes de enchido e baleirado serán distintas, e adicionalmente a estes dous xogos de tubaxes (das que haberá tantas como vasos teña o depósito), considerarase un xogo adicional de tubaxes de baleirado e vertedoiro superior á rede de evacuación de pluviais, para garantir o baleirado completo do depósito en caso de reparación.

O nivel dos depósitos limitarase con válvulas de boia, e rexistrarase con sondas de nivel e cun piezómetro que de modo visual permita observar o grao de enchido dende a cámara de chaves. O enchido farase en xeral pola parte superior, e a toma pola parte inferior.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

A concentración de cloro medirase en continuo en cada un dos vasos, para garantir un adecuado nivel de calidade da auga na subministración.

Cada unha das liñas de entrada e de saída estará dotada dun caudalímetro cun rexistrador. Os sinais dos caudalímetros, dos clorímetros e das sondas de nivel poderán ser exportadas a un centro de control, polo que se debe incluír na cámara unha caixa que centralice os sinais.

Nos anexos (plano 7) preséntase un esquema tipo de cámara de chaves, no que se recollen todos estes aspectos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

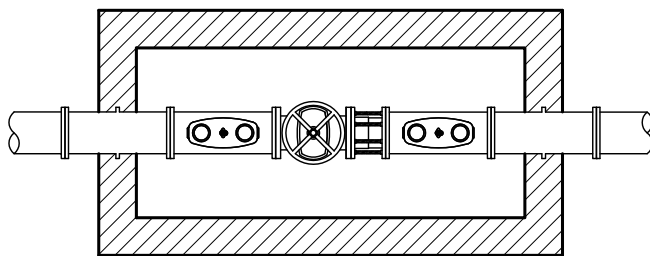
ANEXO

DETALLES CONSTRUCTIVOS

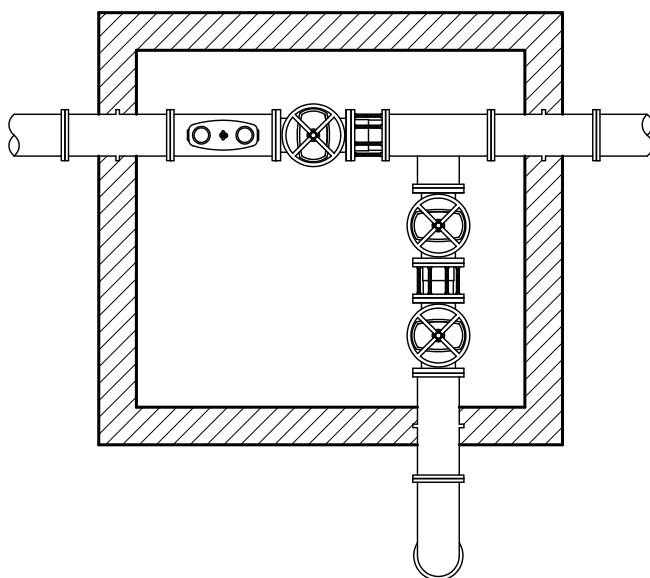
0. LENDA
1. SECCIONAMENTO S CON DESAUGADOIRO E CON AIREACIÓN
2. SECCIONAMENTO S CON DESAUGADOIRO E CON DERIVACIÓN
3. SECCIONAMENTO S CON DERIVACIÓN
4. SECCIONAMENTO CON DERIVACIÓN E AIREACIÓN
5. SECCIONAMIENTO. INSTALACIÓN DE VRP
6. VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN
7. CÁMARA DE CHAVES

	DESAGUE 200
	CARRETE DE DESMONTAJE 200
	VALVULA ANTIRRETORNO 200
	CODO 90°
	CONO DE REDUCCION
	VALVULA REDUCTORA DE PRESION
	CARRETE DE PROLONGACION 200
	DERIVACION EN T 200
	PASAMUROS CON BRIDA DE ANCLAJE
	FILTRO
	ACOMETIDA
	VALVULA DE COMPUERTA
	CAUDALIMETRO
	VENTOSA
	HIDRANTE

TÍTULO DO PLANO
Leyenda.



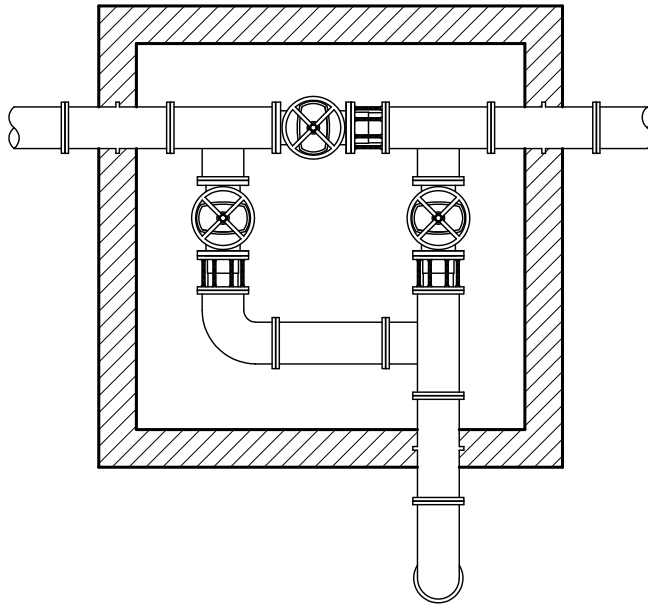
SECCIONAMIENTO CON DOS VALVULAS DE AERACION



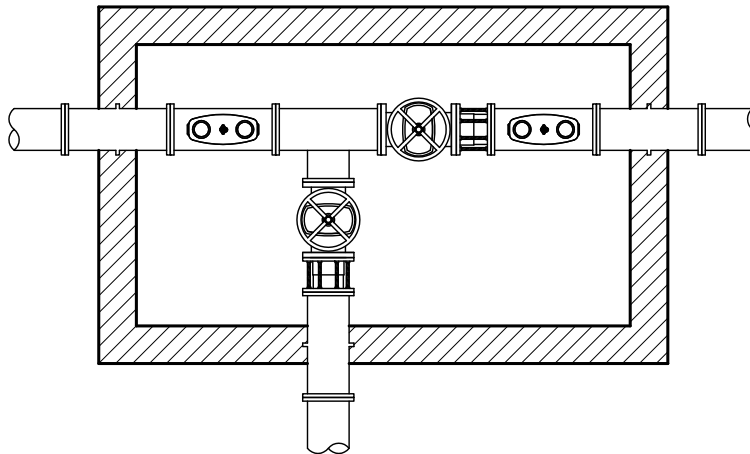
SECCIONAMIENTO CON VALVULA DE AERACION Y DESAGUE

TÍTULO DO PLANO

Seccionamiento con dos válvulas de aeración.
Seccionamiento con válvula de aeración y desague.



SECCIONAMIENTO CON DOS DESAGUES

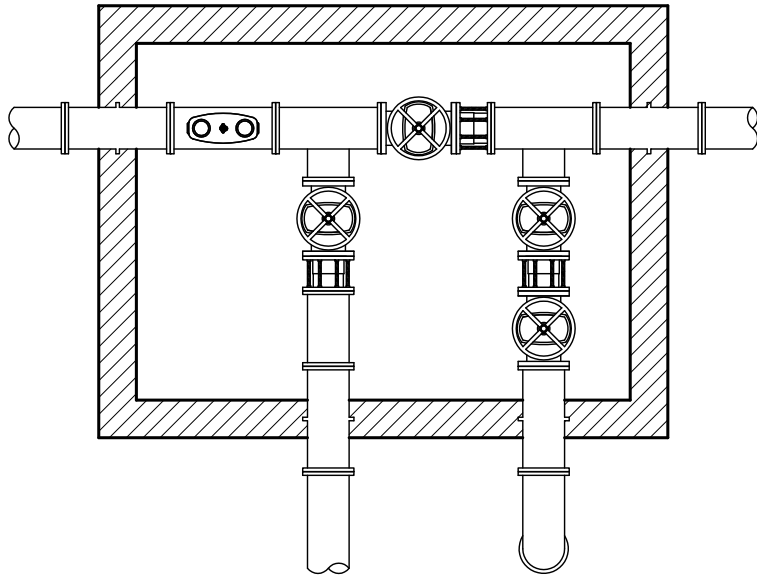


SECCIONAMIENTO CON DERIVACION Y DOS VALVULAS DE AERACION

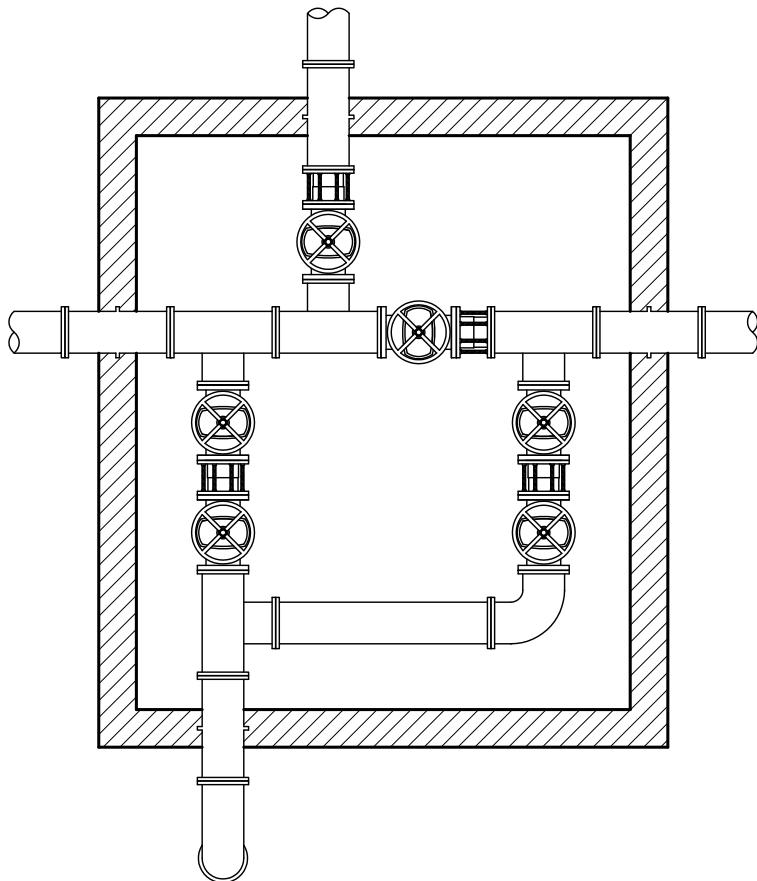
TÍTULO DO PLANO

Seccionamiento con dos desagues.

Seccionamiento con derivación y dos válvulas de aeración.



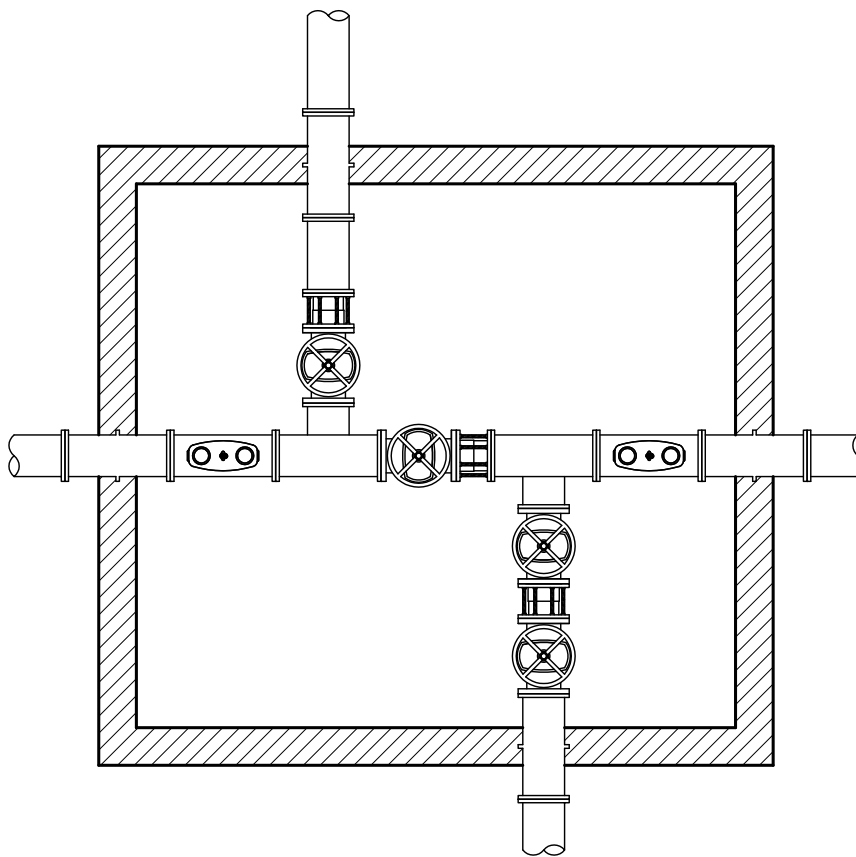
SECCIONAMIENTO CON DERIVACION, VALVULA DE AERACION Y DESAGUE



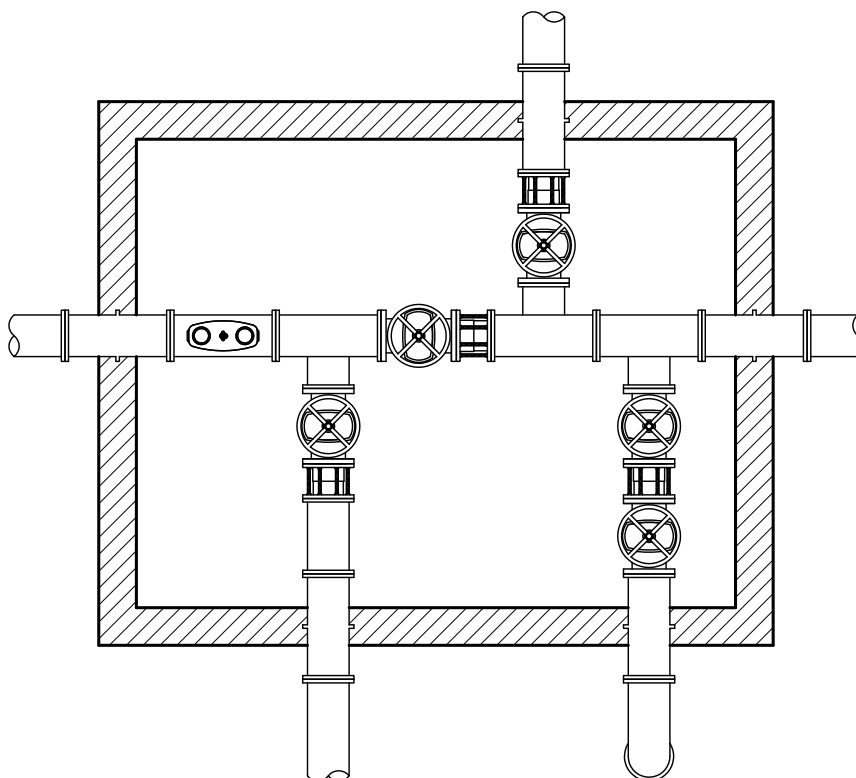
SECCIONAMIENTO CON DERIVACION Y DOS DESAGUES

TÍTULO DO PLANO

Seccionamiento con derivación, válvula de aeración y desague.
Seccionamiento con derivación y dos desagues.



SECCIONAMIENTO CON DOS DERIVACIONES Y DOS VALVULAS DE AERACION

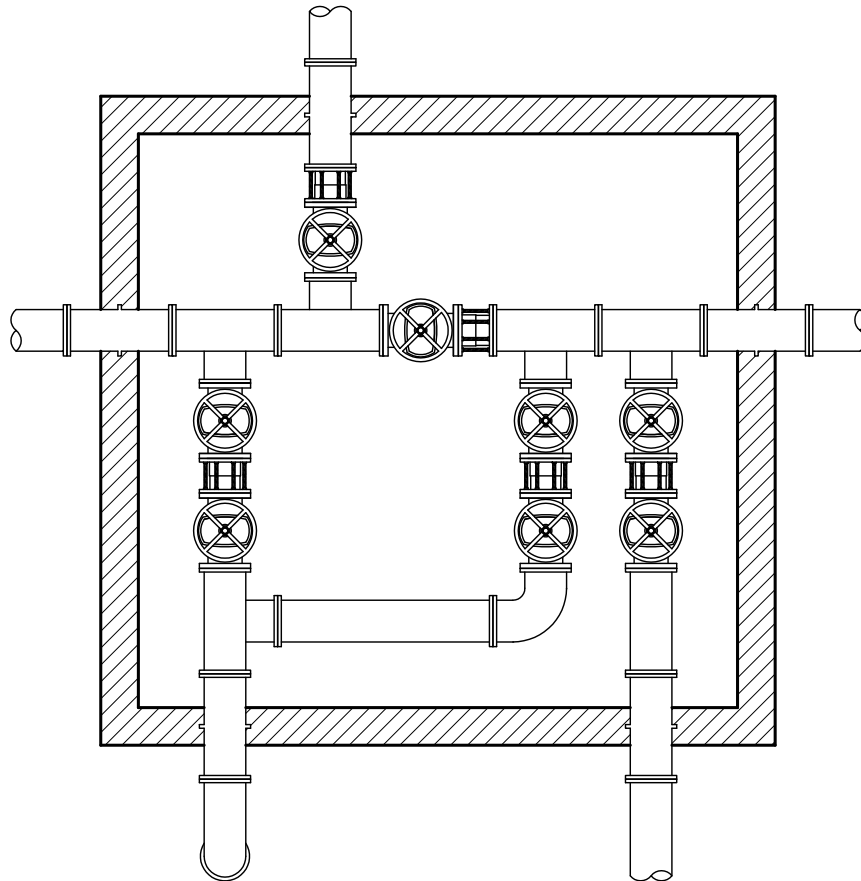


SECCIONAMIENTO CON DOS DERIVACIONES, VALVULA DE AERACION Y DESAGUE

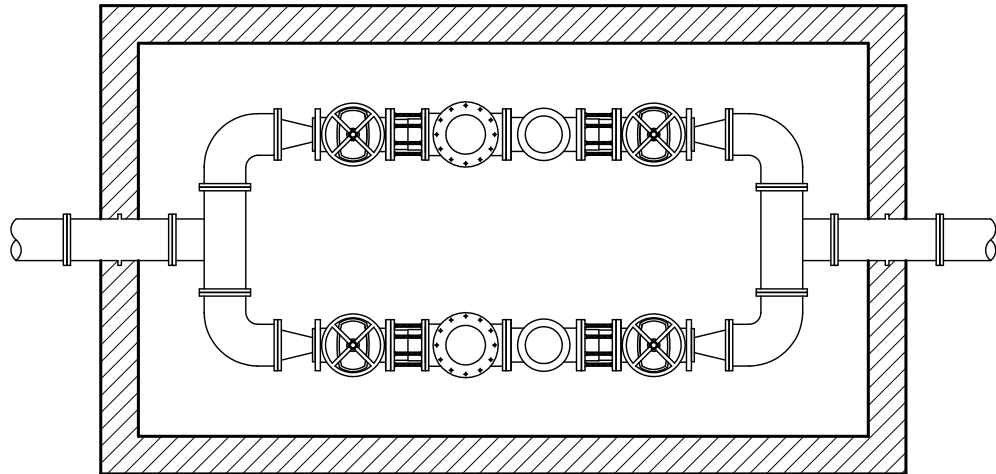
TÍTULO DO PLANO

Seccionamiento con dos derivaciones y dos válvulas de aeración.

Seccionamiento con dos derivaciones, válvula de aeración y desague.



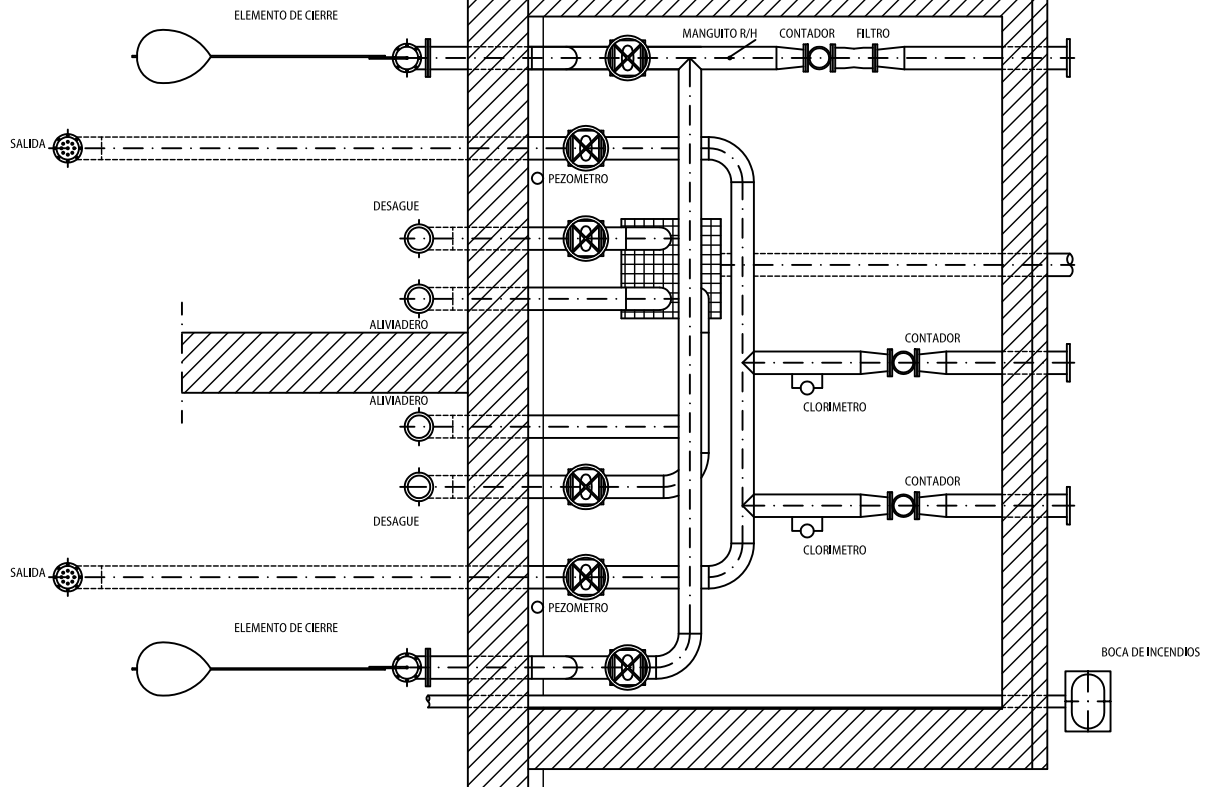
SECCIONAMIENTO CON DOS DERIVACIONES Y DOS DESAGUES



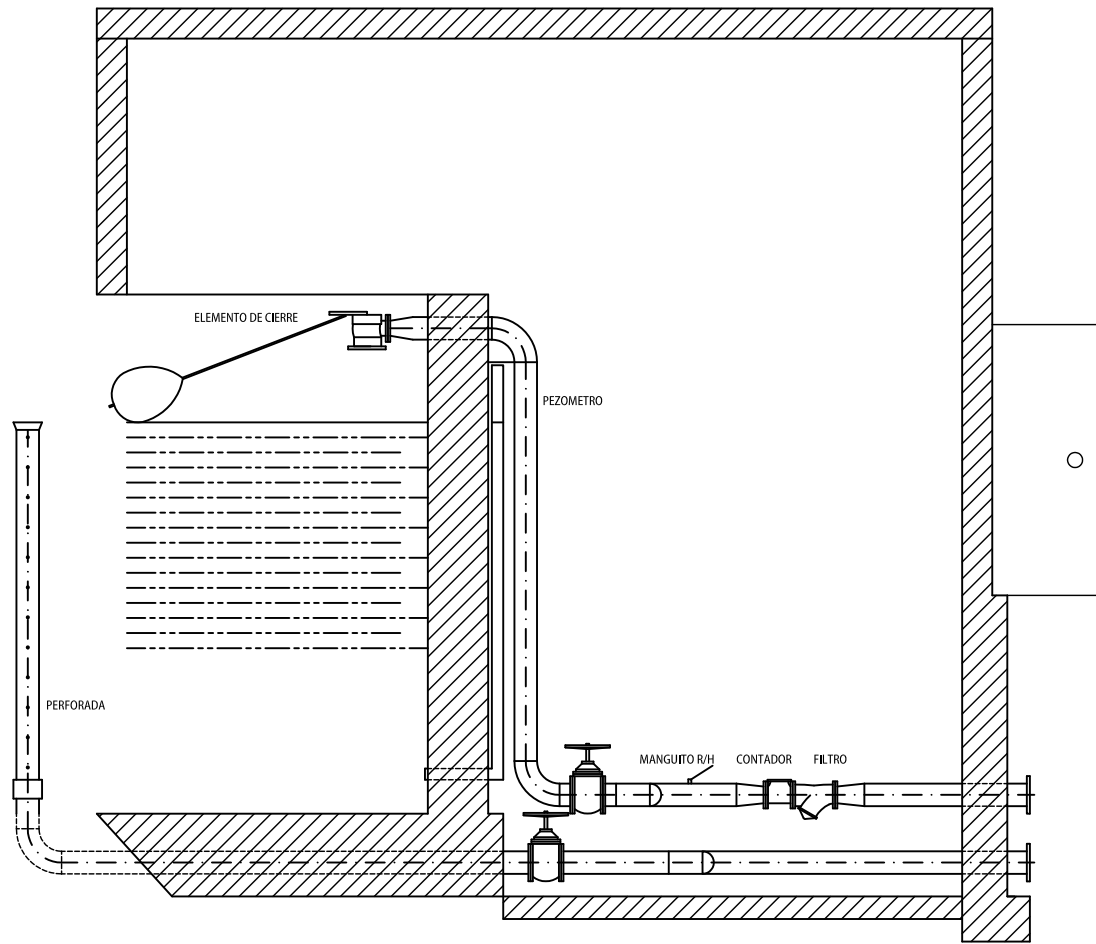
INSTALACION DE VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION. DISPOSICION EN PARALELO

TÍTULO DO PLANO

Seccionamiento con dos derivaciones y dos desagues.
 Instalación de válvulas reductoras de presión. Disposición en paralelo.



PLANTA



ALZADO

TÍTULO DO PLANO

Cámara de llaves.
Elementos mínimos a disponer.

ITOHG-MAT-1/0

INSTRUCCIÓN S TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE MATERIAIS

TÍTULO	CONSIDERACIÓN S XERAIS (MAT-1/0)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

CONSIDERACIÓN XERAIS (MAT-1/0)

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernández Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Marta Sara Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC), Efrén Sánchez Muiño(GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

- 1.- OBXECTO DA SERIE MAT
- 2.- DEFINIÇÃOs DAS CARACTERÍSTICAS DAS TUBAXES
 - 2.1.- *Características xeométricas e funcionais das tubaxes*
 - 2.2.- *Presións definidas na normativa ou de uso común*
- 3.- PROBAS EN TUBAXES
 - 3.1.- *En conducións de abastecemento*
 - 3.2.- *En conducións de saneamento*
- 4.- INSTALACIÓN DE TUBAXES
 - 4.1.- *Transporte e almacenamento*
 - 4.2.- *Instalación de tubos enterrados*
 - 4.3.- *Gabias normalizadas*
 - 4.4.- *Instalación de tubos aéreos*
 - 4.5.- *Sistemas de protección catódica*
 - 4.6.- *Macizos de ancoraxe*
 - 4.7.- *Acceso aos elementos de rede*
- 5.- MATERIAIS QUE SE EMPREGAN PARA TUBAXES
- 6.- CÁLCULO MECÁNICO
 - 6.1.- *Tipos de tubos en función da súa resistencia mecánica*
 - 6.2.- *Accións que actúan sobre as tubaxes*
 - 6.3.- *Hipóteses pésimas de carga*
 - 6.4.- *Métodos de cálculo para as accións*
- 7.- MARCADO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

1.- OBXECTO DA SERIE MAT

A serie de Instrucións MAT-1.n ten por obxecto garantir a adecuada elección dos materiais con que se van a realizar as conducións, tanto en lámina libre como en presión. A serie estrutúrase nunha Instrución de carácter xeral: MAT-1/0, e unha serie de pequenas instrucións dedicadas a cada un dos materiais que se usan de modo consolidado.

Faise fincapé en aspectos de características mecánicas e posta en obra. As características hidráulicas de cada material coméntanse nas instrucións das series ABA e SAN.

2.- DEFINICIÓNS DAS CARACTERÍSTICAS DAS TUBAXES

2.1.- Características xeométricas e funcionais das tubaxes

Os conceptos de interese para determinar os parámetros funcionais son:

Diámetro nominal (DN/ID ou DN/OD): Designación numérica do diámetro dun compoñente mediante un número enteiro aproximadamente igual á dimensión real en milímetros. Os valores de DN deben, de forma obrigatoria, tomarse dunha das dúas series seguintes, unha correspondente ao diámetro interior (DN/ID) e outra ao diámetro exterior (DN/OD):

DN/DI: 20, 30, 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1250, 1300, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000, 2100, 2200, 2400, 2500, 2600, 2800, 3000, 3200, 3500, 4000.

(DN/OD): 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 710, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1250, 1300, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000, 2100, 2200, 2400, 2500, 2600, 2800, 3000, 3200, 3500, 4000.

O diámetro nominal é diferente en cada tipoloxía de tubaxe. As posibilidades son as seguintes:

Táboa 1. Diámetros nominais(DN) segundo tipoloxías.

Tipo de tubo	O DN coincide con
Materiais termoplásticos de parede compacta (PE, PVC-U, PVC-O)	OD
Materiais termoplásticos de parede estruturada	ID ou OD, segundo tipoloxías
PRFV	ID/OD
Formigón	ID
Gres	ID
Fundición	Aproximadamente ID
Aceiro	OD

Diámetro interior (ID): Diámetro interior medio da cana do tubo nunha sección calquera. As normas de produto dos compoñentes designados por DN/ID deben especificar o diámetro interior e as súas tolerancias, que non deben exceder os valores da seguinte táboa:

Táboa 2. Tolerancias en menos respecto ao diámetro interior

DN	Tolerancia en menos respecto á media (mm)	Tolerancia en menos en valor individual (mm)
DN<80	0,05 DN	0,1 DN
80≤DN≤250	5	10
250<DN≤600	0,02 DN	0,04 DN
DN>600	15	30

Diámetro exterior medio (OD): Diámetro exterior medio da cana de tubo nunha sección calquera. Para tubos perfilados exteriormente, sobre a cana, tómase como diámetro exterior o diámetro máximo visto en corte.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

Espesor nominal (e): Designación numérica do espesor, aproximadamente igual á dimensión, fabricada en milímetros e de acordo co establecido nas normas correspondentes.

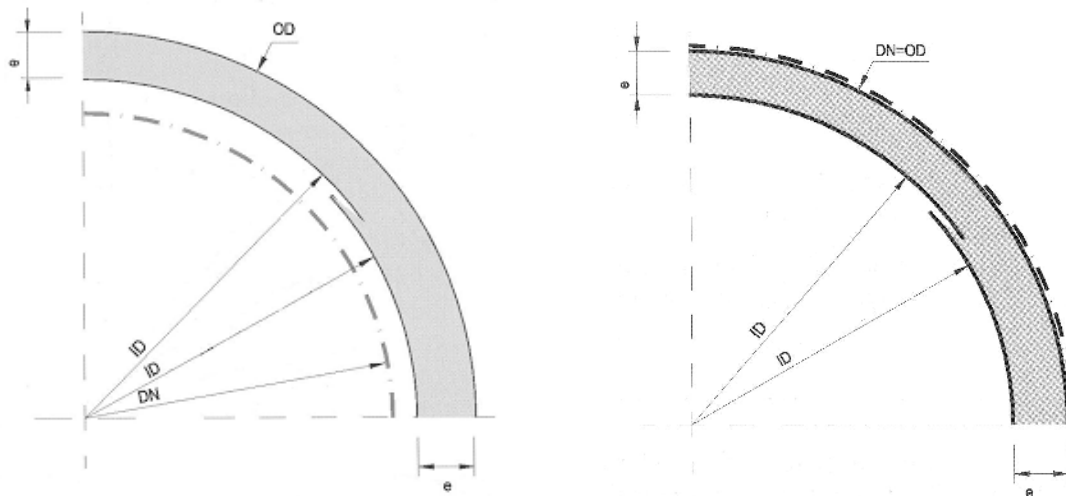


Figura 1. Características xeométricas de distintos tipos de tubaxes de sección variable. Seccións transversais.

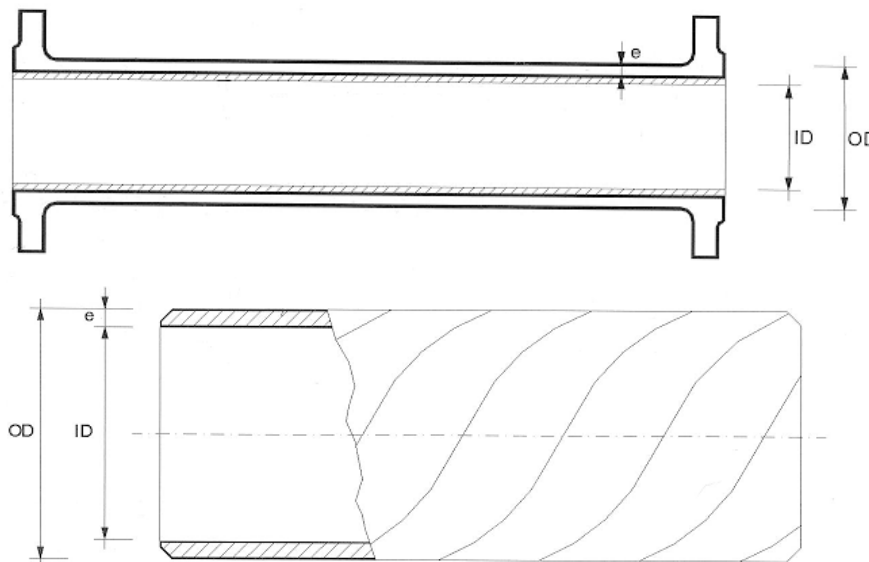


Figura 2. Características xeométricas de distintos tipos de tubaxes. Seccións lonxitudinais.

Ovalación: Diferenza entre DN máximo e mínimo nunha mesma sección recta do tubo.

Rixidez circunferencial específica: Define a capacidade resistente dun tubo fronte a cargas exteriores e, no seu caso, as depresións interiores.

Rixidez nominal (SN): É un valor que coincide aproximadamente coa rixidez circunferencial específica (RCE) a curto prazo, expresada en kN/m², de feito, na documentación europea emprégase como sinónimo desta:

$$RCE = SN = \frac{E_t I}{d_m^3}$$

Onde: E_t : módulo de rixidez da conducción

I : momento de inercia

d_m : diámetro medio

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

Serie de tubos (S): É un número para a designación dun tubo de acordo coa norma ISO 4065, en cuxa serie establece os espesores das tubaxes (táboa universal de espesores). A súa expresión é:

$$S = \frac{\sigma}{P}$$

Onde:

σ = tensión tanxencial do material considerado (tensión de deseño)

P = presión do fluído a conducir (presión nominal)

Relación de dimensións estándar (SDR): É un concepto moi xeneralizado aplicado á normalización para definir clases de tubaxes. A súa expresión é a relación entre o diámetro exterior dun tubo e o seu espesor.

$$SDR = \frac{D_e}{e}$$

A relación entre S (serie) e SDR é a seguinte:

$$S = \frac{SDR - 1}{2}, \text{ ou ben: } SDR = 2 \cdot S + 1$$

A norma corrixida UNE-EN 805 inclúe outras definicións que se relacionan a continuación e que se aplicarán nas revisións das normas de produtos.

Na norma ISO 4065: 1996 figuran os posibles valores normalizados de S e SDR. Na táboa 3 podemos ver os principais.

Táboa 3. Valores normalizados de S e SDR.

S	20	16	13,3	12,5	10,5	10	8,3	8	6,3	5	4	3,2
SDR	41	33	27,6	26	22	21	17,6	17	13,6	11	9	7,4

Densidade: Densidade dos distintos materiais de fabricación das tubaxes:

Táboa 4. Densidade dos distintos materiais de fabricación de tubaxes

Material	Densidade (g/cm ³)
PE	0,93-0,96
PVC	1,35-1,46
Formigón	2,30
Fundición	7,15
Aceiro	7,85
PP	0,90
PRFV	1,80

2.2.- Presións definidas na normativa ou de uso común

Presións recollidas na UNE-EN-805 relativas ao material:

Presión máxima admisible (PMA): Presión máxima, incluído o golpe de ariete, que un compoñente é capaz de soportar en servizo.

Presión de funcionamento admisible (PFA): Presión hidrostática máxima que un compoñente é capaz de soportar de forma permanente en servizo.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

Presión de proba en obra admisible (PEA): Presión hidrostática máxima que un compoñente recentemente instalado en obra é capaz de soportar, durante un período de tempo relativamente curto, con obxecto de asegurar a integridade e a estanqueidade da condución.

Presións recollidas na UNE-EN-805 relativas á rede:

Presión de deseño (DP): Presión máxima de funcionamento (en réxime permanente) da rede ou da zona de presión, fixada polo proxectista, considerando futuras ampliacións, pero excluindo golpe de ariete.

Presión máxima de deseño (MDP ou PMD): Presión máxima de funcionamento da rede ou da zona de presión, fixada polo proxectista, considerando futuras ampliacións e incluíndo golpe de ariete, onde:

- MDP designase MDPa cando se fixa previamente o golpe de ariete admitido.
- MDP designase MDPC cando se calcula o golpe de ariete.

Presión de proba da rede (STP): Presión hidrostática aplicada a unha condución recentemente instalada, de forma que se asegure a súa integridade e estanqueidade.

Presión de funcionamento (OP): Presión interna que aparece nun instante dado nun punto determinado da rede de abastecemento de auga.

Presión de servizo (SP): Presión interna no punto de conexión á instalación do consumidor, con caudal nulo na acometida.

Outras presións:

Zonas de presión: Áreas de rangos de presión na rede de abastecemento de auga.

Golpe de ariete: Flutuacións rápidas de presión debidas ás variacións de caudal durante intervalos curtos de tempo.

Presión nominal (Pn): É un número convencional que coincide coa presión máxima de traballo a 20°C.

Presión de traballo (P_t): É o valor da presión interna máxima para a que se deseñou un tubo, tendo en conta un coeficiente de servizo (C) ou de seguridade que considera as flutuacións dos parámetros que poidan producirse normalmente durante o seu uso continuado de 50 anos.

Presión de ensaio (P): É a presión a que se someten as probetas para determinar as características funcionais.

3.- PROBAS EN TUBAXES

3.1.- En conducións a presión

Para a proba das tubaxes instaladas en abastecemento ou en xeral en presión, agás que sexan bombeos de saneamento, emprégase a norma UNE-EN 805:2000.

Proba da norma europea UNE-EN 805

A proba principal de presión comeza unha vez que se completa satisfactoriamente a proba preliminar, se esta é precisa, e a proba de purga especificada. O proxectista debe especificar o método a empregar que, salvo caso de tubaxes con comportamento viscoelástico, será un dos dous seguintes: O método de proba de perda de auga ou o método de proba de caída ou perda de presión. En ambos comézase aumentando a presión ata que alcance a presión de proba da rede (STP) e a distancia máxima de proba é de 1000 m para diámetros pequenos e de 500 m a partir de 400 mm. Débese probar a totalidade da condución.

Sempre que sexa posible faranse coincidir os tramos de proba con seccionamentos da lámina.

No primeiro destes métodos pódese calcular a medida da perda de auga de dúas maneiras equivalentes: mediante a medida do volume evacuado ou mediante a medida do volume bombeado. O que se calcula é a auga

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

necesaria para manter a presión STP. A perda de auga trala primeira hora de proba non debe exceder o valor dado pola norma UNE-EN 805:2000.

No método de perda de presión calcúlase a caída de presión Δp tralo aumento inicial da presión. Esta Δp debe presentar unha tendencia regresiva e, ao finalizar a primeira hora non debe exceder duns valores dados pola norma UNE-EN 805:2000 (20 kPa para algúns casos e 40 kPa para outros).

3.2.- En conducións en lámina libre

A metodoloxía que adoita empregarse para as probas nas redes de saneamento ou en xeral para as conducións sen presión é a da norma UNE-EN 1610 de 1997, cuxas bases coméntanse brevemente. Nesta norma se comproba a estanquidade das conducións. Debe ensaiarse a totalidade dos tubos, salvo que a dirección de obra propoña algunha simplificación.

A proba da norma europea UNE-EN 1610

Esta proba realízase unha vez colocados os tubos, os pozos e previo ao recheo da gabia. Obtúrase a entrada da tubaxe no pozo augas abaixo do tramo en proba, así como calquera outro punto polo que puidera saír auga e se enchen completamente de auga a tubaxe e o pozo situado augas arriba do tramo a probar.

A presión de proba debe estar entre 0,10 e 0,50 atmósferas.

Tras 30 minutos do enchido dos tubos, inspeccionaranse estes, as xuntas e os pozos, comprobándose que non hai perdas de auga significativas. As perdas permitidas son:

0,15 l/m² para as tubaxes.

0,20 l/m² para tubaxes incluíndo os pozos de rexistro.

0,40 l/m² para os pozos de rexistro.

Excepcionalmente este sistema de proba pode substituírse por outro suficientemente contrastado que permita a detección de fugas, como o a proba de aire. Neste caso, na UNE-EN 1610 prevese a realización de catro posibles probas: LA, LB, LC e LD, baseadas en que a medida que aumenta a presión de proba, diminúe (STP), e diminúe a duración do ensaio.

4.- INSTALACIÓN DE TUBAXES

4.1.- Transporte e almacenamento

As operacións de transporte dos tubos deben facerse conforme ás normas vixentes de tráfico. En calquera caso, debe coidarse que os camións (ou no transporte que se empregue), o piso e os laterais da caixa estean exentos de protuberancias ou bordes ríxidos que poidan danar aos tubos ou ás pezas especiais.

Unha vez na obra, os tubos almacénanse sobre un terreo que sexa o suficientemente resistente para soportar as cargas que lle transmitan e o suficientemente liso como para non danalos.

Os tubos sensibles á radiación solar deben cubrirse para evitar a súa degradación ou fragilización.

Ademais o número de fileiras superpostas nas provisións e a disposición destas (piramidal ou prismática) debe ser tal que ningún dos tubos sufra danos. A altura máxima non debe exceder do alcance que en condicións de seguridade teña o persoal que realice o traballo. Na táboa seguinte resúmense as alturas máximas de apilamento en función do tipo de tubo:

Táboa 5. Alturas máximas de almacenamento (número de fileiras) dos tubos

DN	Fundición	Aceiro	Formigón	PRFV	PVC	PE e PP
100	16	—	—	5	12	10

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

200	11	—	—	5	7	6
300	9	—	—	5	4	4
400	7	—	—	5	3	3
500	5	6	4	4	2	3
600	5	5	4	3	2	3
700	4	4	3	3	2	3
800	3	3	2	2	1	3
900	3	3	2	2	1	2
1000	2	3	1	2	1	2
1100	2	2	1	2	—	2
1200	2	2	1	2	—	2
1400	1	2	1	1	—	2
>1500	1	1	1	1	—	1

4.2.- Instalación de tubos enterrados

Trazado en planta e trazado en alzado para tubaxes enterradas

A instalación das canalizacións en gabias enterradas é a forma máis frecuente de montar as conduccións. Esta disposición implica escavacións, recheos, compactacións, agotamento do nivel freático, un posible uso de entibacións, etc

A secuencia da instalación é a seguinte:

- Traballos preparatorios.
- Escavación e esteamento (entibación) da gabia.
- Execución do apoio da canalización.
- Baixado dos tubos ao fondo da gabia.
- Montaxe das unións.
- Recheo de gabias e retirada do esteamento

Xeometría das gabias

Debe procurarse escavar as gabias cun noiro (talude) estable, pero cando isto non sexa posible de forma natural, disporanse medios de contención, podendo incluso chegar a proxectarse noiros verticais. Nestes casos, se as profundidades son superiores a 1,5-2 m, procederase á protección contra o desprendemento mediante esteamentos (entibacións). Nos casos de noiros inferiores aos estables e profundidades menores a 1,5-2 m, é recomendable anoirar o borde superior da gabia.

As gabias construíranse segundo os esquemas recollidos nos apéndices desta norma.

No caso dos tubos flexibles recoméndase que o ancho da gabia sexa o mínimo posible e as paredes o máis verticais, polo menos ata o nivel da xeratriz superior dos tubos.

Execución das gabias

Normalmente as gabias ábrense mecanicamente, debendo quedar aliñadas en planta coa rasante uniforme. Entre a apertura da gabia, o montaxe da tubaxe e o posterior recheo parcial deberá transcorrer o menor tempo posible.

Esgotamento de gabias e rebaixamento do nivel freático

Debe procurarse escavar as gabias no sentido ascendente da pendente, para dar saída ás augas polo punto baixo, debendo o contratista tomar as precaucións precisas para evitar que as augas superficiais inunden as gabias abertas. Se a tubaxe discorre por unha media ladeira de gran pendente pode chegar a ser necesaria a construción dunha cuneta de recollida de augas.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

Enténdese como esgotamento o caso no que o nivel freático está por enriba do fondo da gabia, polo que hai entrada de auga na mesma. Cando isto sucede pódese recorrer ao rebaixamento, que consiste nun descenso artificial do nivel freático, grazas ao cal a escavación se realiza en seco.

A presenza de auga nas gabias debe evitarse sempre. Así, esta debe ser achicada antes de comezar as tarefas de montaxe dos tubos e debe comprobarse que os tirantes (codais) dos esteamentos non estean relaxados. Cando hai que traballar baixo o nivel freático é aconsellable o rebaixo deste mediante a técnica dos well-points, que consiste na finca no terreo dunha serie de puntas filtrantes por debaixo do nivel freático, separadas un ou dous metros entre si. No exterior, todos estes conductos se recollen nunha tubaxe que, conectada a unha bomba de baleiro, permite rebaixar o nivel freático durante a execución dos traballos.

Ademais, débense diminuír os gradientes hidráulicos, esgotando as gabias con lentitude ou mantendo as bombas en funcionamento durante os períodos de interrupción dos traballos.

Se o proxectista o considera preciso, pode disporse, tamén, dun drenaxe lonxitudinal da tubaxe, que pode ir a un ou a ambos lados da mesma. Ante esta solución, os drenes deben unirse cada certo intervalo, preferentemente na zona de unións.

4.3.- Gabias normalizadas

Inclúense como anexos gabias normalizadas coas seguintes características:

Gabias flexibles:

- Sección tipo gabia sobre e baixo a nivel freático.
- Gabia entibada sobre e baixo o nivel freático.
- Reposicións con paquete de aglomerado e con tratamento superficial.
- Sección paso de río.
- Gabia con pregabia.

Gabias ríxidas:

- Sección tipo gabia sobre e baixo a nivel freático.
- Gabia entibada sobre e baixo o nivel freático.
- Reposicións con paquete de aglomerado e con tratamento superficial.
- Sección paso de río.
- Gabia con pregabia.

4.4.- Instalación de tubos aéreos

A tubaxe colocárase sobre apoios illados, que poden ser de formigón ou metálicos. Os de formigón disporán dun berce de entre 120 e 180 graos. No caso de apoios metálicos, as tubaxes abrazaranse e tomaranse medidas para evitar o punzonamento. Considerarase como opción prioritaria o uso dunha lámina elastomérica grosa, ou doutra fibra impurescente.

As unións de tubos e os accesorios deben quedar ao descuberto e o acceso para o mantemento ou desmorte debe quedar garantido. As distancias entre apoios deberán xustificarse mediante a normativa específica de cada material.

Na instalación de tubos aéreos débese calcular o efecto térmico tanto sobre a estrutura como sobre a durabilidade dos materiais. No caso concreto do PVC-U, débense tomar as medidas para a súa protección fronte á radiación solar.

En tubaxes de aceiro ou metálicas, en xeral, débese garantir a protección fronte á corrosión.

4.5.- Sistemas de protección catódica

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

Para a protección anticorrosiva das tubaxes metálicas ou con elementos metálicos susceptibles de corrosión (fundición, aceiro, formigón armado con camisa de chapa ou válvulas), se o indica o proxecto, poden dispoñerse sistemas de protección catódica complementarios á protección pasiva mediante revestimentos.

Entre a normativa existente ao respecto recoméndase seguir o especificado pola norma UNE-EN12954:2002, pola RP0169:1996 do NACE ou o recollido no “Manual de corrosión y protección de tuberías” da AEAS (2001)

A protección catódica dunha estrutura consiste na súa polarización negativa respecto ao medio onde se atopa mediante unha corrente externa.

Os sistemas de aplicación para a protección catódica poden ser:

- Por ánodos de sacrificio (ánodos galvánicos)
- Por fontes de corrente impresa : ben por retificadores manuais ou ben por retificadores regulados.

4.6.- Macizos de ancoraxe

Unha vez montados os tubos e pezas especiais hai que proceder á suxección e apoio mediante macizos de ancoraxe, cóbados, cambios de dirección, reducións, etc. Tamén deben poñerse macizos de ancoraxe cando as pendentes sexan excesivamente fortes, podan producirse movementos da tubaxe ou exista risco de flotabilidade da mesma.

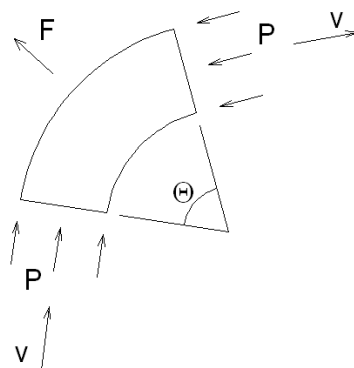
Estes macizos de ancoraxe adoitan ser de formigón , aínda que poderían ser metálicos e, neste caso, terían que ir protexidos contra a corrosión. Deben dispoñerse de forma que as unións queden ao descuberto.

Para o cálculo de esforzos, como norma xeral aplicarase o principio de conservación da cantidade de movemento, considerando todos os esforzos relevantes, entre os que se citan:

- O peso.
- As presións nas seccións augas arriba e augas abaixo da singularidade que esixe a colocación do macizo. Débese considerar a presión de proba e velocidade nula como una hipótese de carga. Esta hipótese pode supor un grado de seguridade elevada en condicións de traballo normal.
- A variación da cantidade de movemento (variación da velocidade en módulo ou en dirección).

Para o caso particular de cóbados horizontais de sección constante, pódese empregar a expresión para o cálculo do esforzo sobre o macizo (N):

$$F = 2A\gamma \left(\frac{P}{50} + 2 \frac{V^2}{2g} \right) \text{sen} \left(\frac{\theta}{2} \right)$$



Onde:

- F: esforzo (N).
- A: área (m²).
- γ: peso específico (N).
- P: presión (Pa).

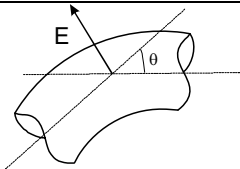
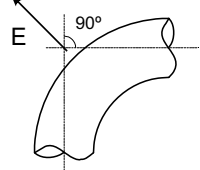
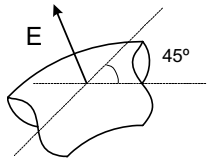
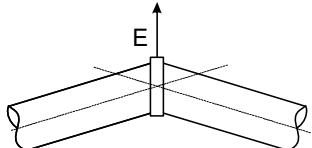
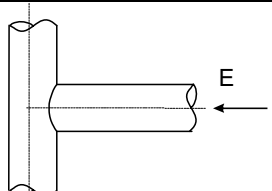
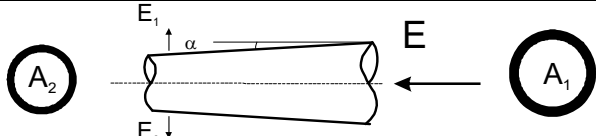
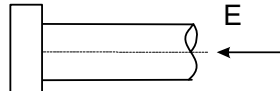
XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

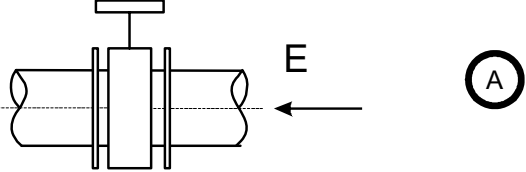
v: velocidade(m/s).

g: aceleración da gravidade (m/s²)

En ausencia de velocidade, os esforzos debidos só á presión pódense obter da táboa seguinte. Estes esforzos pódense empregar para dimensionar en condicións de presión de proba, por exemplo. En xeral, si se trata de tubaxes con presións elevadas, esta hipótese é suficientemente conservadora.

Táboa 6. Macizos de ancoraxe en ausencia de velocidade

ANCORAXE	FIGURA	EMPUXE (SÓLO PRESIÓN)
CURVA		$E = 2AP \text{sen} \frac{\theta}{2}$
CODO 90°		$E = 1,414AP$
CODO 45°		$E = 0,765AP$
CURVA CON TUBOS RECTOS		$E = 2AP \text{sen} \frac{\theta}{2}$
DERIVACIÓN EN T		$E = AP$
REDUCCIÓN		$E = (A_1 - A_2)P$ $E_1 = E_2 = E \text{sen} \alpha$
VÁLVULA		$E = AP$

TERMINACIÓN		$E = AP$
-------------	---	----------

4.7.- Acceso aos elementos de rede

As obras de fábrica para o aloxamento dos elementos de rede poden ser tanto de formigón coma de materiais plásticos. Distínguese entre:

- **Cámaras:** Aqueles aloxamentos visitables que, aínda cando o seu acceso poda facerse a través dunha tapa de rexistro, xunto a ela dispónse dunha cuberta de lousas de formigón armado que poden ser retiradas en caso necesario.
- **Rexistros:** Aqueles aloxamentos visitables cun acceso, tanto de persoas coma de material, que se realiza única e exclusivamente a través da abertura que ocupa a tapa no seu marco.
- **Arquetas:** Son aqueles aloxamentos que non son visitables.

A elección do tipo de aloxamento depende de numerosos factores (elemento do que se trate, maniobrabilidade, profundidade, etc). A táboa que hai a continuación pode ser de aplicación no caso de redes urbanas de abastecemento:

Táboa 7. Tipos de aloxamentos en función dos elementos a protexer (Normas técnicas do CYII)

Tipo de elemento	Tipo de aloxamento
Válvula de comporta (profundidade < 2m)	Rexistro
Válvula de comporta (profundidade > 2m)	Cámara
Válvula de mariposa	Cámara
Ventosa	Rexistro
Desaugues acometidos á rede de sumidoiros	Rexistro
Desaugues sen acometer á rede de sumidoiros	Cámara

5.- MATERIAIS QUE SE EMPREGAN PARA TUBAXES

Na seguinte táboa resúmense as características de cada tipo de material do que pode estar constituída unha tubaxe e que se detallarán nas seguintes instrucións desta serie. Esta táboa se aporta a título indicativo como una herramienta de apoio a la decisión sobre el uso de uno u otro material.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

Táboa 8. Características dos materiais de formación das tubaxes

Material	Prezo sen considerar as melloras de solo	Velocidade de colocación	Estanqueidade	Resistencia á corrosión	Resistencia mecánica sen colaboración do recheo	Condicionantes externos	Coefficiente de rugosidade	Diámetros posibles de emprego
Fundición dúctil	Medio-Alto	Alta-Media	Moi boa	Regular	Moi alta	Precaución en terreos arcillosos e xesíferos.	Medio	80-1200 mm
Formigón armado	Medio-Baixo	Media-Baixa	Regular	Regular	En xeral, moi alta, pero depende do tipo de tubo	Precisa de colaboración do arriñoamento e un apoio firme	Alto	400-2600 mm
PRFV	Medio	Moi alta	Moi boa	Moi boa	Regular-Baixa	Esixe terreos competentes e recheos moi coidadosos	Baixo	300-2400 mm
PVC	Baixo	Moi alta	Moi boa	Boa	Baixa	Esixe terreos competentes e recheos moi coidadosos	Baixo	50-315 mm
PE e PP	Baixo	Moi alta	Moi boa	Boa	Baixa	Esixe terreos competentes e recheos moi coidadosos	Baixo	25-315 mm
Aceiro	Alto	Media	Moi boa	É recomendable utilizar recubrimientos	Alta	É necesario prever un correcto recubrimiento exterior	Pode ser alto, polo recubrimiento interior	>200-2600 mm

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS

6.- CÁLCULO MECÁNICO

6.1.- Tipos de tubos en función da súa resistencia mecánica

É frecuente e incluso recóllese na norma UNE-EN 805:2000, a división dos tubos en ríxidos e flexibles segundo o seu comportamento mecánico ante as solicitacións a que estean expostos. Así, os tubos flexibles son aqueles cunha capacidade de carga limitada pola deformación admisible e os ríxidos aqueles cunha capacidade de carga limitada pola rotura, sen deformacións significativas previas. Ademais existe un estadio intermedio que é o dos tubos semiríxidos.

A pesar desto, non deben establecerse clasificacións absolutas dos tubos nestes tres estadios, xa que dita condición non depende só do propio tubo, senón tamén das condicións de instalación e das características do terreo que o rodee.

En todo caso, en xeral pode dicirse que os tubos de aceiro e os de materiais plásticos adoitan comportarse de maneira flexible, os de formigón, de forma ríxida e a fundición, ten un comportamento semiríxido, que variará de ríxido a flexible segundo os diámetros.

6.2.- Accións que actúan sobre as tubaxes

As principais accións que deben considerarse no cálculo mecánico son:

- Accións gravitatorias (peso propio e cargas permanentes ou cargas mortas)
- Accións do terreo.
- Accións do tráfico.
- Accións climáticas (accións do vento, térmicas e de neve).
- Accións debidas ao nivel freático.
- Accións reolóxicas.
- Accións sísmicas.

6.3.- Hipóteses pésimas de carga

Chámase hipótese pésima de carga nunha sección dunha tubaxe á combinación de accións de cálculo que produza a máxima solicitación ou deformación nesa sección.

Diferenciaremos as hipóteses dos tubos sometidos a presión hidráulica interior e as dos tubos con funcionamento en lámina libre:

Tubos sometidos a presión hidráulica interior

Nas instalacións aéreas, para tódalas tipoloxías de materiais, a hipótese pésima de carga adoita corresponder, ben ao estado tensional na parede do tubo, derivado so da acción da presión interior, ou ben da flexión lonxitudinal producida polas accións gravitatorias.

Nas instalacións enterradas, as máis habituais, as accións máis comúns son a presión interna actuante, as accións do terreo e as de tráfico, de maneira que a hipótese pésima de carga adoita producirse pola combinación de accións que se indican na seguinte táboa:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Táboa 9. Hipóteses pésimas de carga habituais nos diferentes tipos de tubos en instalacións enterradas nos tubos sometidos a presión hidráulica interior.

Tipo de tubo	Solicitación condicionante	Hipótese pésima de carga		
		Só accións internas	Só accións externas	Carga combinada (accións internas e externas)
Aceiro	Estado tensional			
	Deformacións			
	Pandeo ou colapsado			
Formigón	Estado tensional			
Fundición	Estado tensional			
	Deformacións			
PP, PVC e PE	Estado tensional			
	Deformacións			
	Pandeo ou colapsado			
PRFV	Estado tensional			
	Deformacións			
	Pandeo ou colapsado			

En resumo, as comprobacións que hai que facer nas tubaxes enterradas son:

- **Tensións debidas á presión hidráulica interior.** Compróbase en tódolos tipos de tubaxes.
- **Tensións debidas á acción conxunta de presión hidráulica interior e das accións externas.** Esta comprobación adoita facerse nos tubos de formigón e nos de materiais plásticos, pero non nos tubos de fundición nin de aceiro, xa que neles non é una situación condicionante.
- **Tensións debidas á acción exclusiva das accións externas.** Esta comprobación faise nos tubos de formigón e nos de PRFV.
- **Deformacións causadas por accións externas.** Esta comprobación debe facerse en tódalas tipoloxías agás nos tubos de formigón.
- **Pandeo transversal ou colapsado.** Compróbase nos tubos de aceiro e de materiais plásticos.

Tubos con funcionamento en lámina libre

Neste caso a hipótese pésima de carga corresponde ao estado tensional ou deformacional na hipótese de actuación única das cargas externas, conforme se pode ver na seguinte táboa:

Táboa 10. Hipóteses pésimas de carga habituais nos diferentes tipos de tubos en instalacións enterradas nos tubos en lámina libre.

Tipo de tubo	Só accións externas Solicitación condicionante
Aceiro	Estado tensional
	Deformacións
Formigón	Estado tensional
PVC, PE e PP	Estado tensional
	Deformacións
PRFV	Estado tensional
	Deformacións
Fundición	Estado tensional
	Deformacións

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

En todo caso, nas seguintes instrucións detallaranse máis pormenorizadamente as hipóteses pésimas de carga e métodos de cálculo para cada material.

6.4.- Métodos de cálculo para as accións

Para a determinación das accións poden realizarse distintos métodos de cálculo, se ben para as accións máis determinantes (terreo e tráfico) en España, os máis habituais son os que se resumen na táboa seguinte:

Táboa 11. Métodos habituais de cálculo das accións do terreo e do tráfico en tubaxes enterradas en Galicia

Acción	Tubos de fundición	Tubos de aceiro	Tubos de formigón	Tubos de PVC, PE e PP	Tubos de PRFV
Terreo	Marston sen coeficiente reductor	Marston sen coeficiente reductor	Marston sen coeficiente reductor	ATV	Marston sen coeficiente reductor ou ATV
Tráfico	UNE-EN545:1995	Boussinesq	Boussinesq	ATV	AWWA M45 ou ATV

No suposto de utilizar materiais plásticos, ASETUB dispón dunha serie de programas de uso público para o cálculo mecánico das conducións.

7.- MARCADO

Para garantir a calidade e a trazabilidade das tubaxes postas en obra, os fabricantes teñen a obrigaçión de marcalas. O tipo de marcado depende do material. Nas seguintes figuras explícase a forma de marcado dos distintos tipos de tubaxes:

ACEIRO

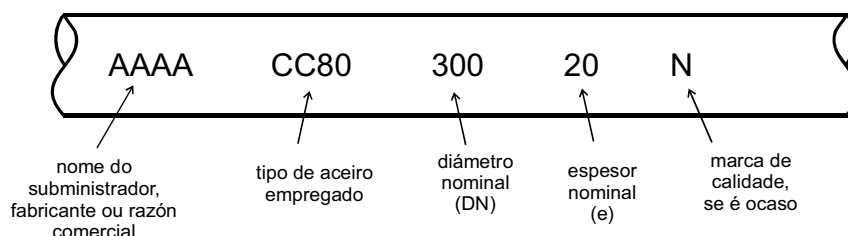


Figura 3. Marcado en tubaxes de aceiro

FORMIGÓN

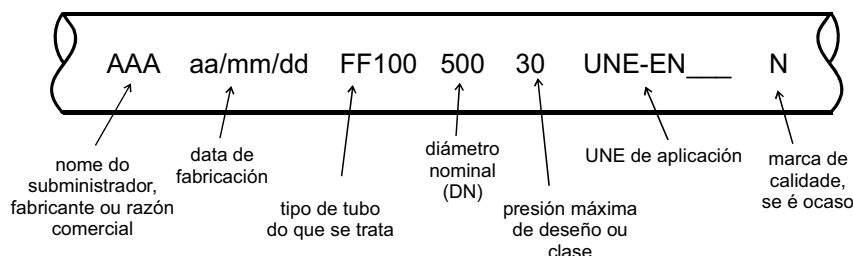


Figura 4. Marcado en tubaxes de formigón

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

FUNDICIÓN DÚCTIL

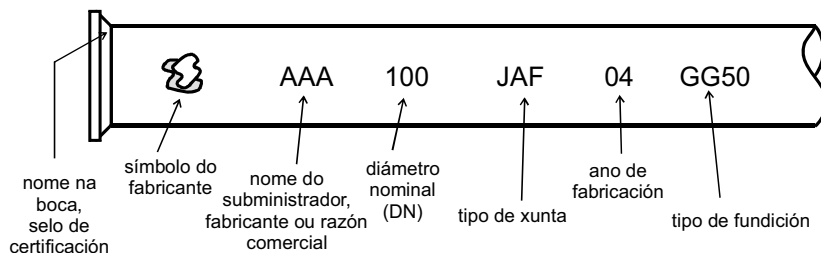


Figura 5. Marcado en tubaxes de fundición dúctil

PRFV

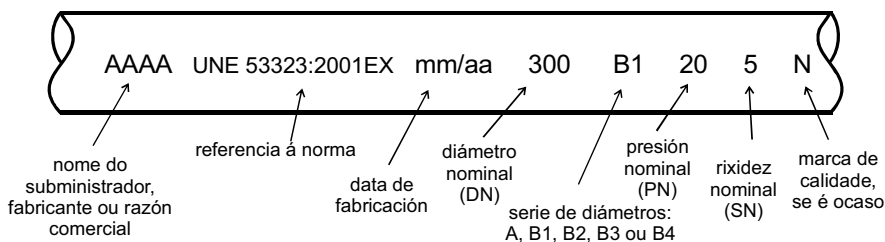


Figura 6. Marcado en tubaxes de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidro

PE

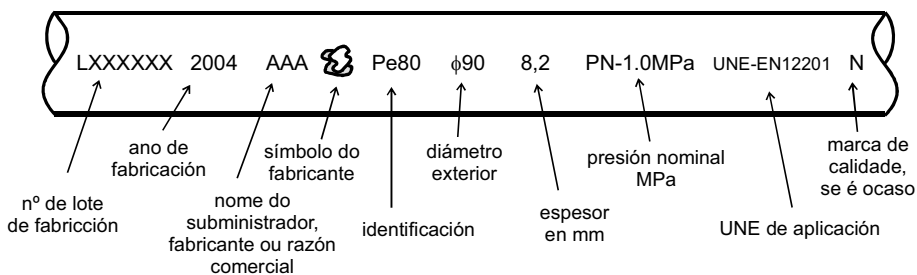


Figura 7. Marcado en tubaxes de Polietileno

PP

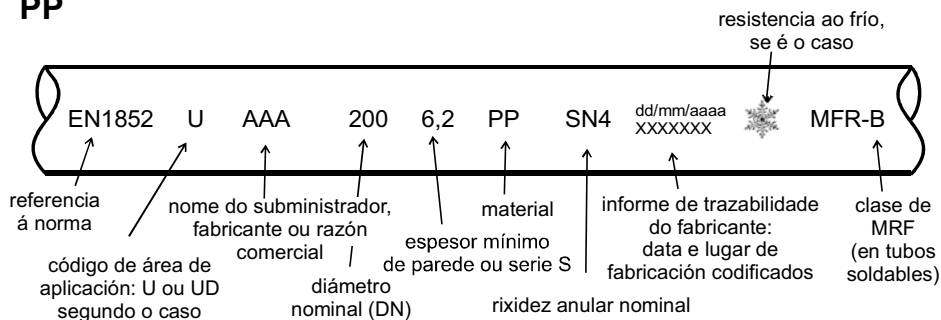


Figura 8. Marcado en tubaxes de Polipropileno

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

PVC

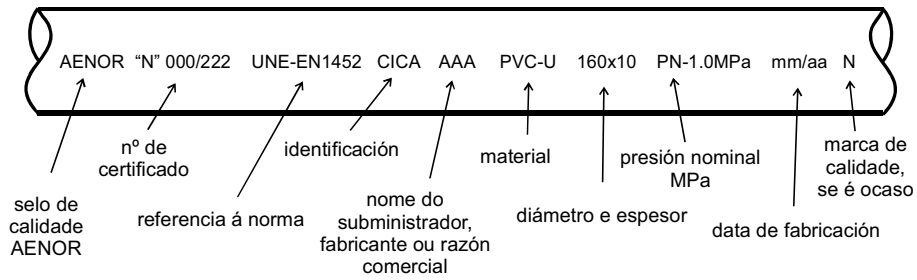


Figura 9. Marcado en tubaxes de Policloruro de Vinilo

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AseTUB (2002). *TUBERÍAS DE PVC. Manual Técnico*. AENOR.

AENOR (2000). *UNE-EN 805 Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes*. AENOR.

AENOR (2001). *UNE-EN 12954:2001 Cathodic protection of buried or immersed metallic structures- General principles and application for pipelines*. AENOR

AENOR (1997) *UNE-EN 1610 Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento*. AENOR

AENOR (2000). *UNE-EN 1452 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U)*. AENOR.

Balairón Pérez, L. (2002). *Curso sobre diseño e instalación de tuberías para el transporte de agua*. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Ministerio de Fomento (España).

ANEXO

DETALLES CONSTRUCTIVOS: GABIAS

XUNTA DE GALICIA

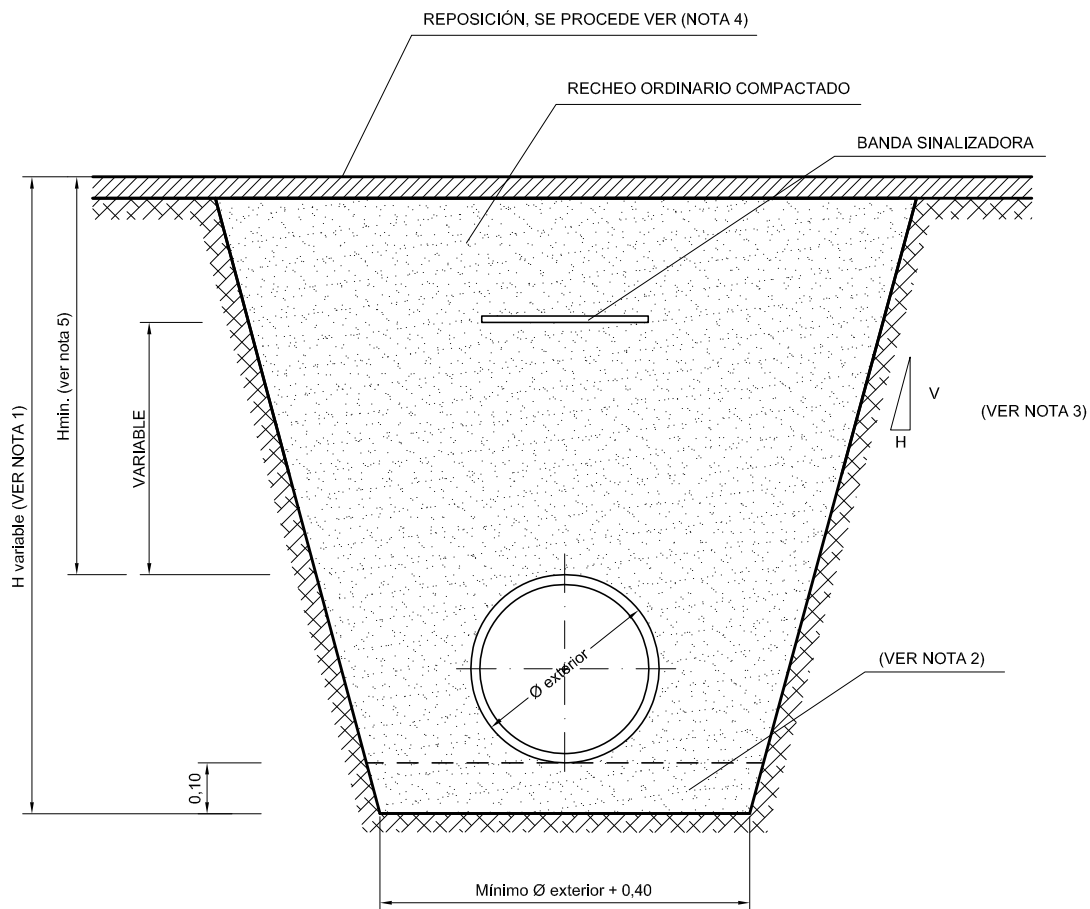
AUGAS DE GALICIA

**EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS**

TUBAXES FLEXIBLES

- 1. GABIAS EN TALUDE**
 - 1.1. SECCIÓN TIPO DE GABIA SOBRE O NIVEL FREÁTICO**
 - 1.2. SECCIÓN TIPO DE GABIA BAIXO O DE NIVEL FREÁTICO**
 - 1.3. SECCIÓN TIPO DE GABIA REFORZADA SOBRE O NIVEL FREÁTICO**
- 2. GABIAS ENTIBADAS**
 - 2.1. SECCIÓN TIPO DE GABIA SOBRE O NIVEL FREÁTICO**
 - 2.2. SECCIÓN TIPO DE GABIA BAIXO O DE NIVEL FREÁTICO**
- 3. REPOSICIÓN**
 - 3.1. REPOSICIÓN EN ESTRADAS CON PAQUETE DE AGLOMERADO**
 - 3.2. REPOSICIÓN EN ESTRADAS OU CAMIÑOS CON TRATAMENTO SUPERIFICAL**
- 4. SECCIÓN DE PASO DE RÍO**
- 5. GABIA CON PREGABIA**
 - 5.1. SECCIÓN TIPO DE GABIA SOBRE O NIVEL FREÁTICO**
 - 5.2. SECCIÓN TIPO DE GABIA BAIXO O DE NIVEL FREÁTICO**

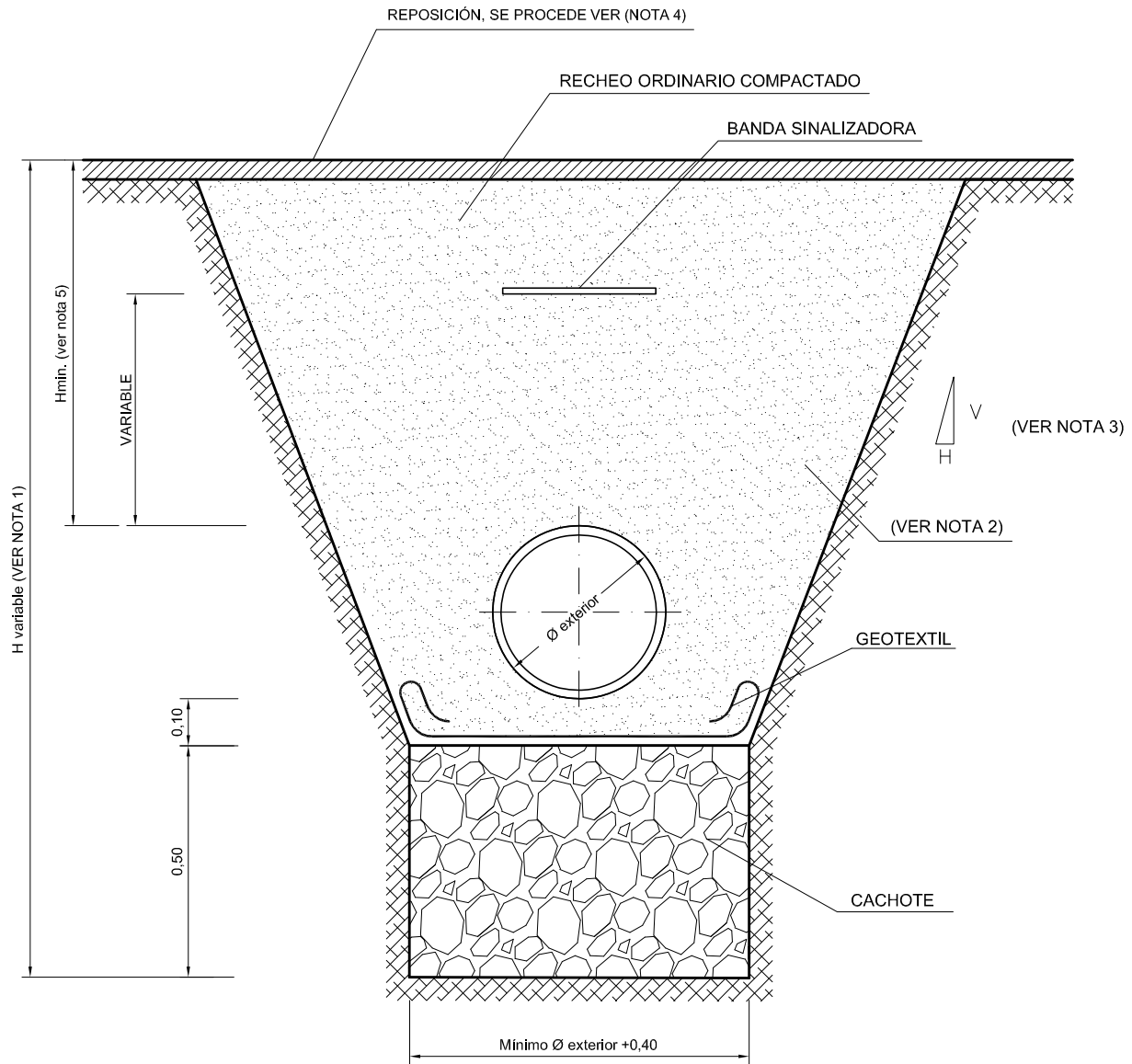
XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---



NOTAS	
(1)	H _{máx} =4m. Para H maiores, facer estudo
(2)	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.
(3)	Noiro a definir en estudo xeotécnico
(4)	Reposición segundo planos 3.1 e 3.2
(5)	H _{min} >1m, 0.8m en zona peatonal H _{min} <0.8, facer estudo

TÍTULO DO PLANO

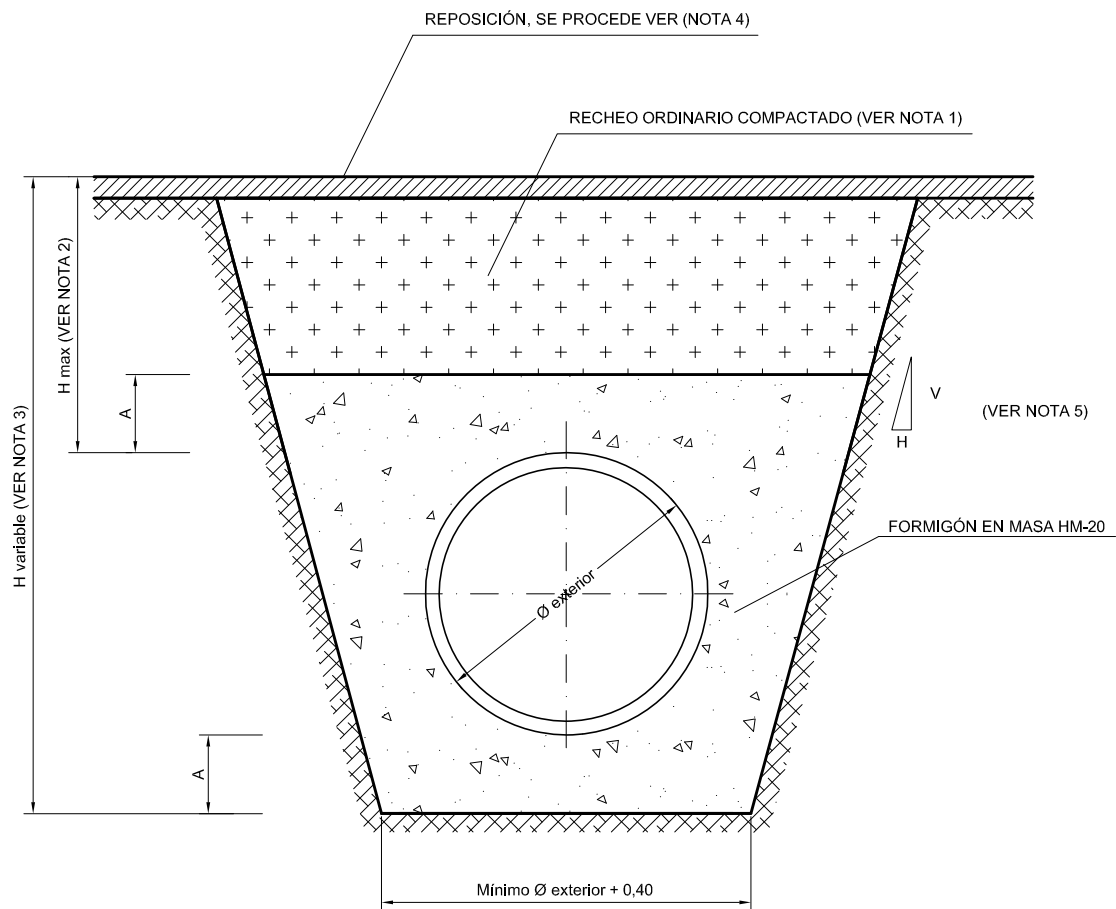
Sección tipo de gabiá sobre o nivel freático Tubaxes ríxidas



NOTAS	
(1)	Hmáx=4m. Para H maiores, facer estudo
(2)	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.
(3)	Noiro a definir en estudo xeotécnico
(4)	Reposición segundo planos 3.1 e 3.2
(5)	Hmin>1m, 0.8m en zona peatonal Hmin<0.8, facer estudo

TÍTULO DO PLANO

Sección tipo de gabiá baixo o nivel freático Tubaxes ríxidas

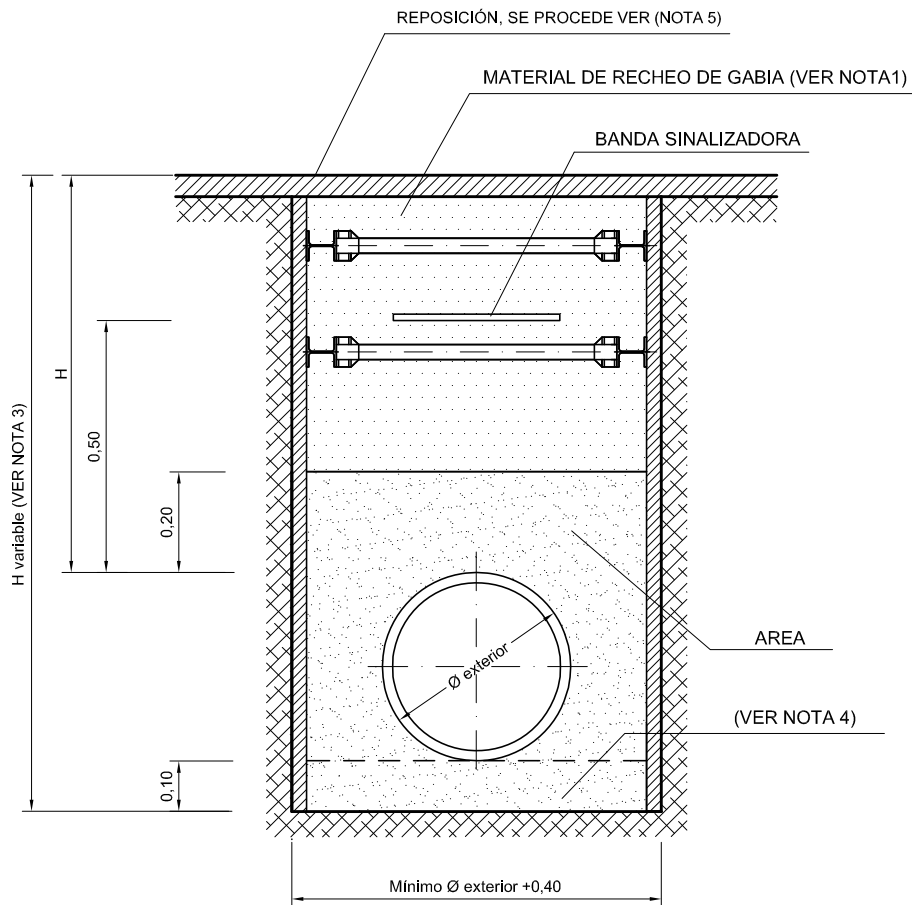


NOTAS	
(1)	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3) En zonas rurais, solo adecuado (PG-3)
(2)	$H_{max} < 1\text{ m}$, 0,8m en zona peatonal
(3)	$H_{m\acute{a}x} = 4\text{ m}$. Para H maiores, facer estudo
(4)	Reposición segundo planos 3.1 e 3.2
(5)	Talude a definir en estudo xeotécnico

\varnothing ext. (mm)	A (mm)
≤ 1000	0,15
1000 - 1600	0,20
> 1600	0,25

TÍTULO DO PLANO

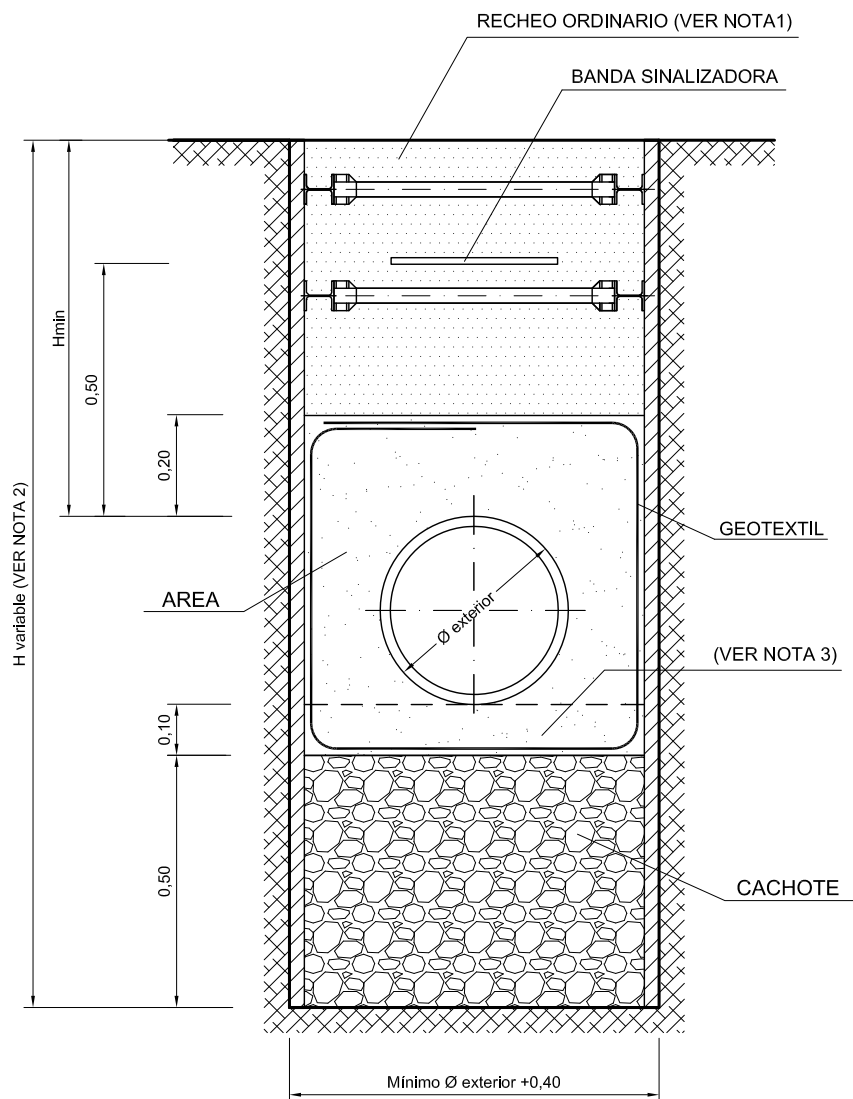
Tubaxe reforzada: Sección tipo de gabia sobre o nivel freático Tubaxes flexibles



NOTAS	
(1)	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3) En zonas rurales, solo adecuado (PG-3)
(2)	$H_{m\acute{a}x}=4m$, Para H maiores, facer estudo $H_{m\acute{a}x}>4m$, ver nº de plano 5.1
(3)	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.
(4)	Reposición segundo planos 3.1 e 3.2

TÍTULO DO PLANO

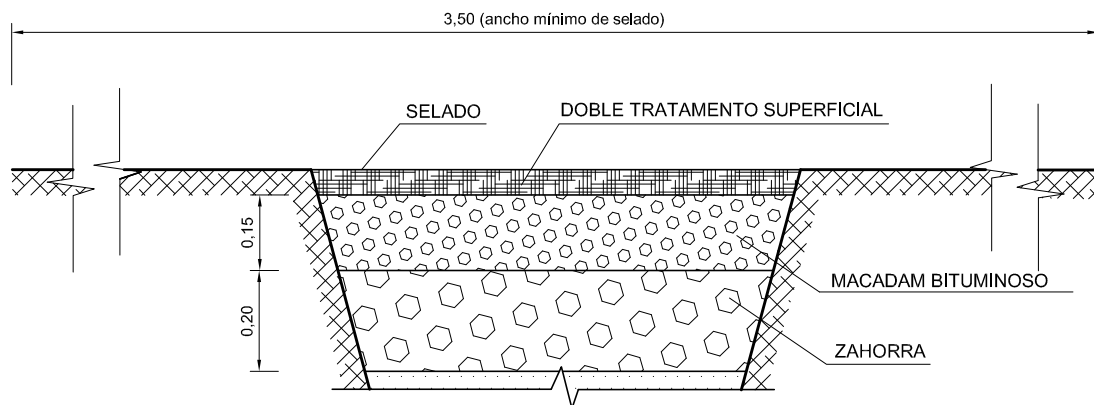
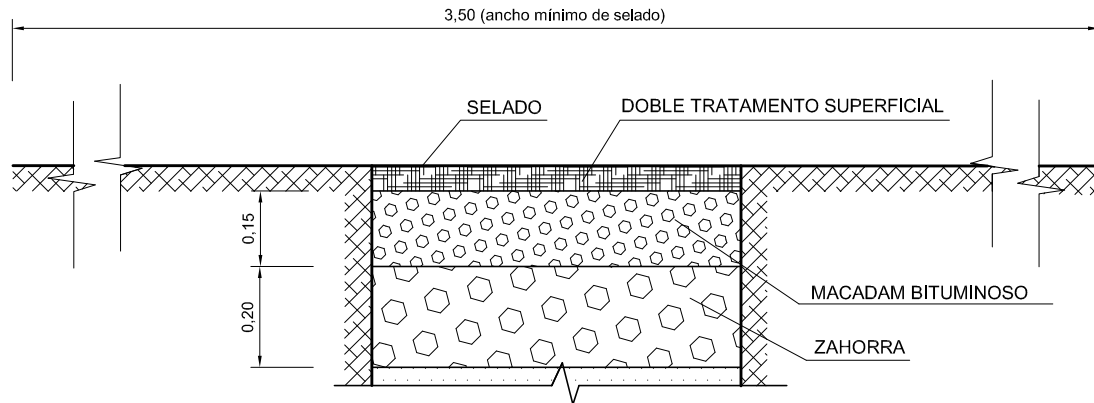
Gabia entibada sobre o nivel freático
Tubaxes flexibles



NOTAS	(1)	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3) En zonas rurales, solo adecuado (PG-3)
	(2)	Hmáx=4m. Para H maiores, facer estudo
	(3)	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.

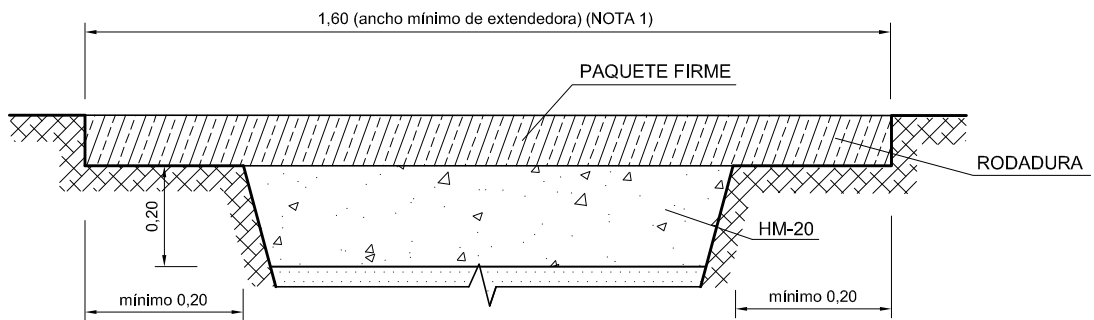
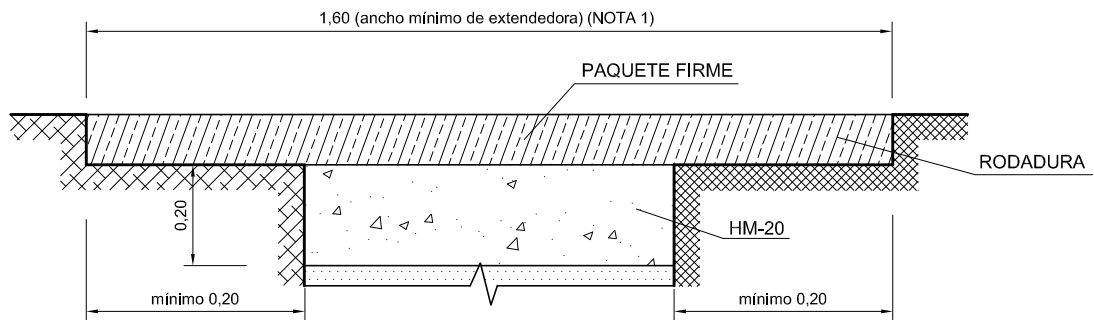
TÍTULO DO PLANO

Gabia entibada baixo o nivel freático Tubaxes flexibles



TÍTULO DO PLANO

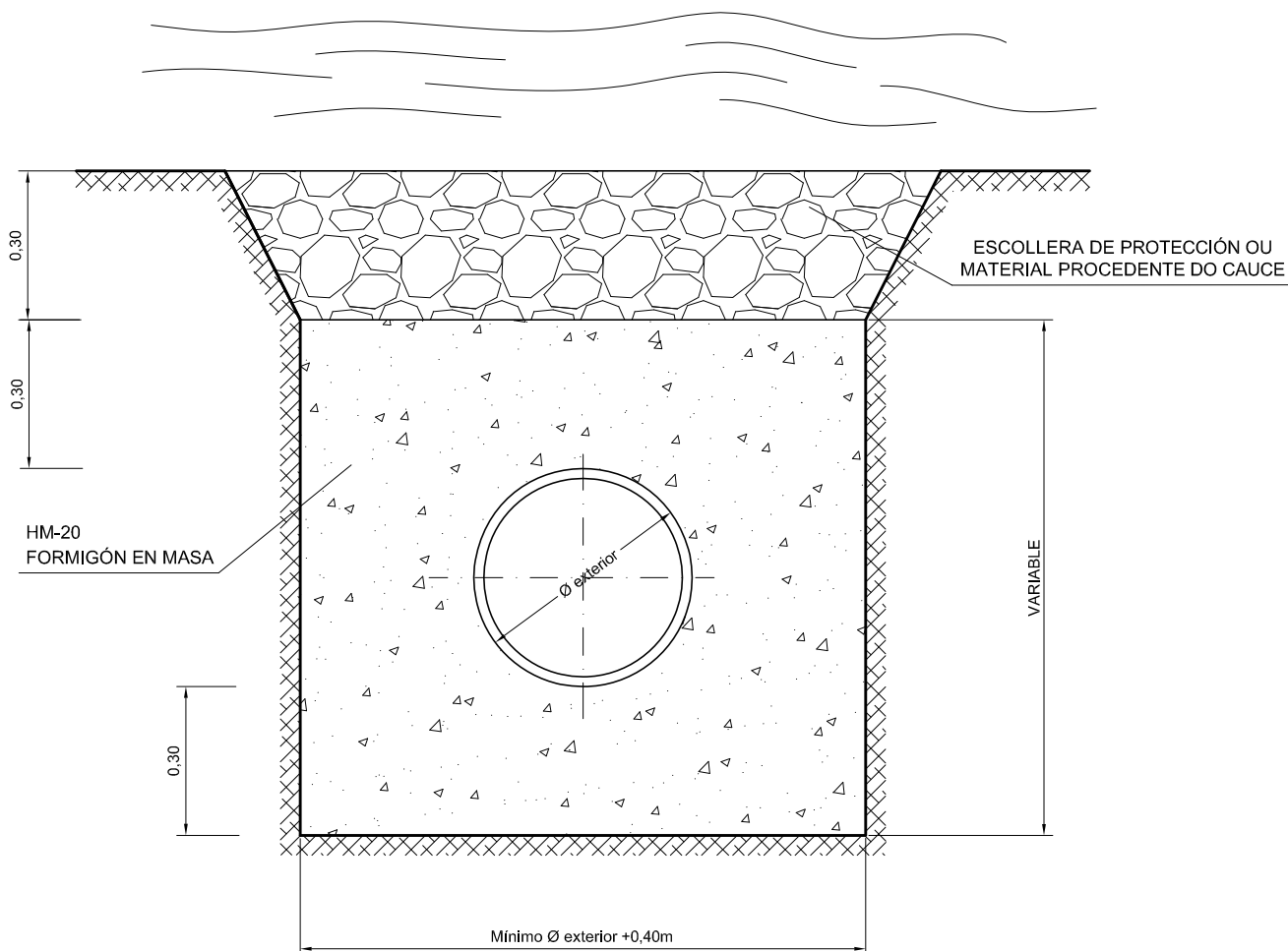
Reposición en estradas ou camiños con tratamento superficial
Tubaxes flexibles



NOTA	(1)	Para anchos da gabia maiores de 1,60, paquete de firme igual ao ancho do carril.
------	-----	--

TÍTULO DO PLANO

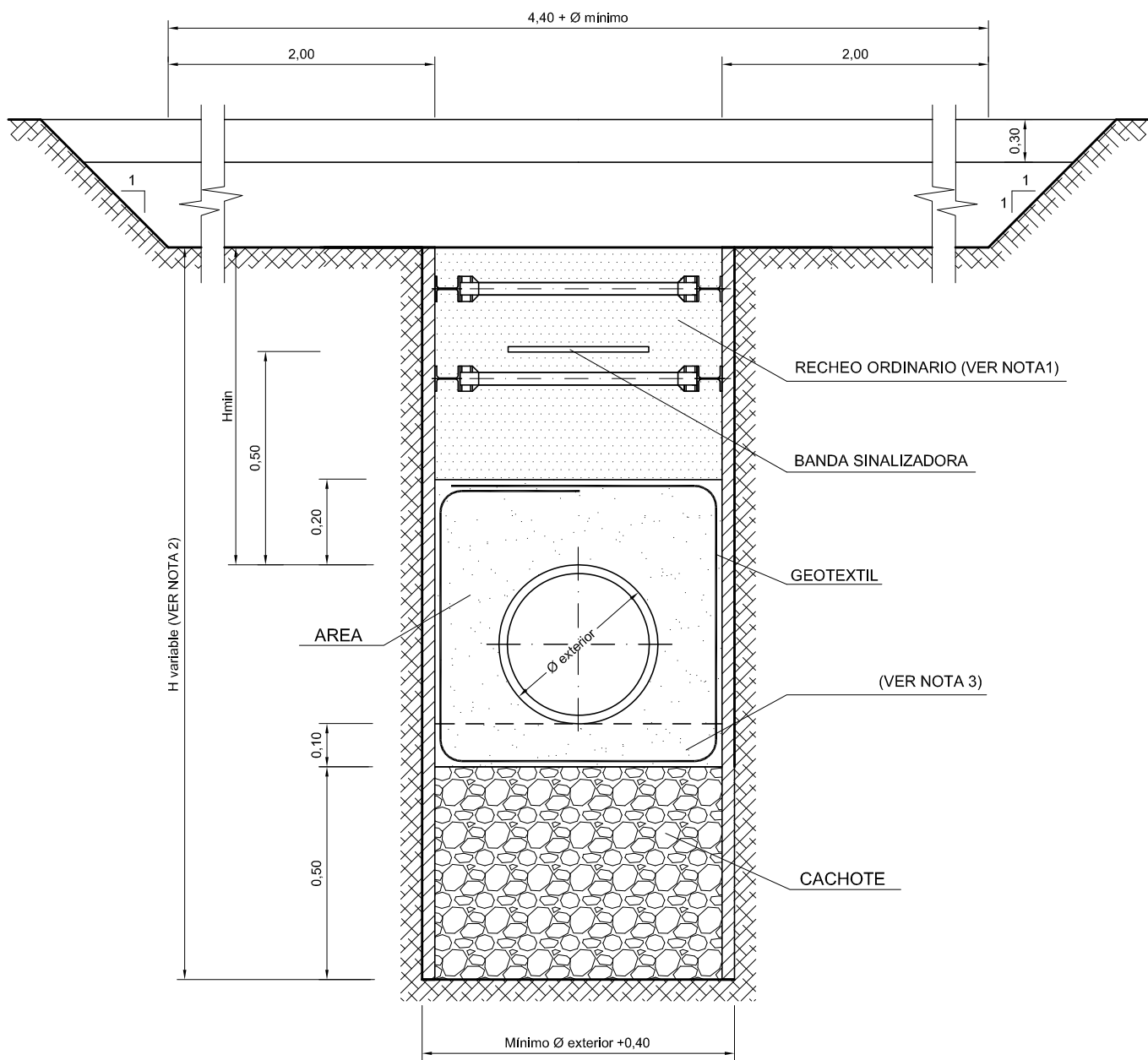
Reposición en estradas con paquete de aglomerado
Tubaxes flexibles



NOTA Para DN ≥ 1000 habrá que comprobar a flotabilidade.

TÍTULO DO PLANO

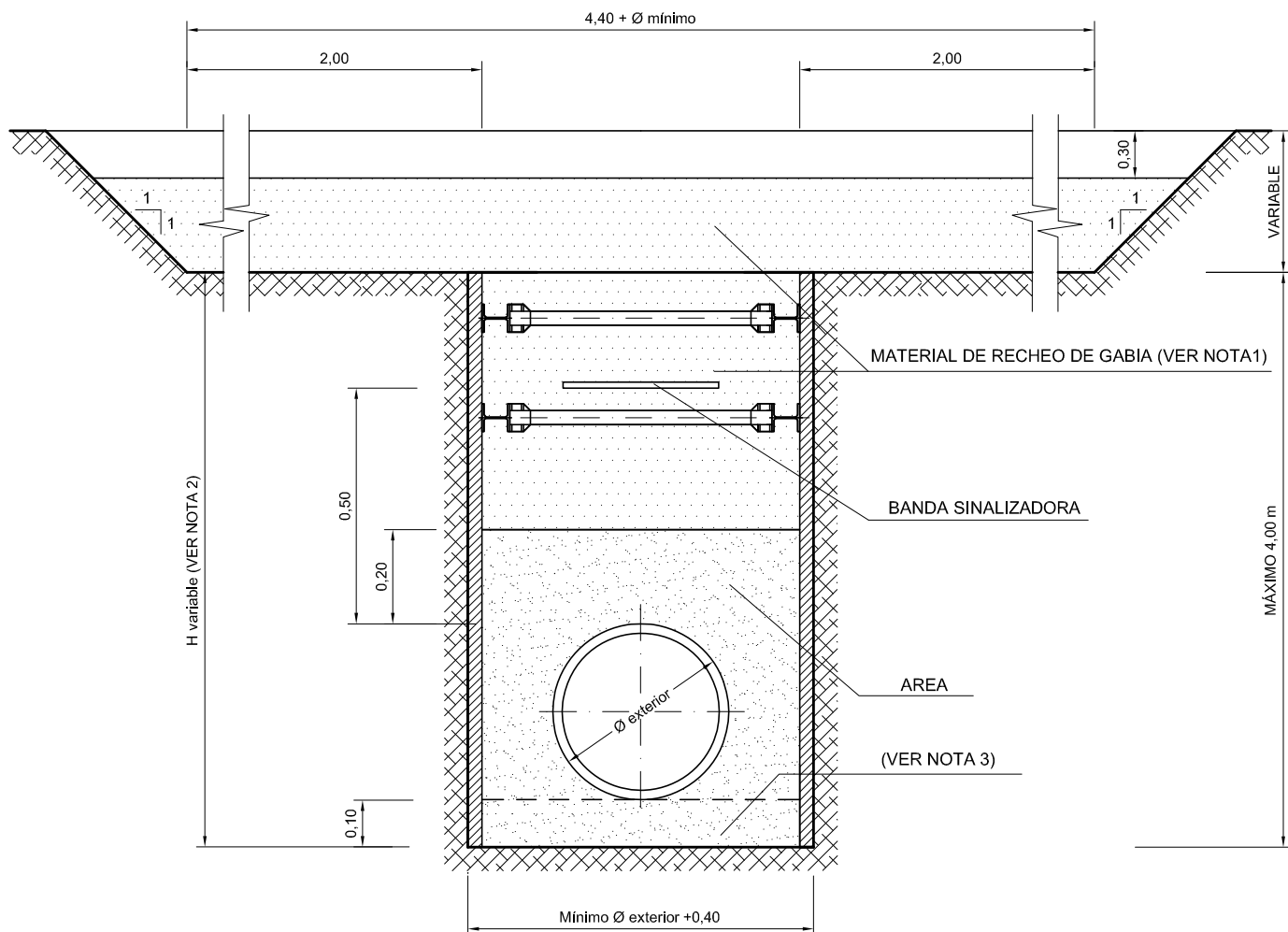
Sección paso de río
Tubaxes flexibles



NOTAS	
(1)	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3) En zonas rurales, solo adecuado (PG-3)
(2)	H _{máx} =4m.
(3)	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.

TÍTULO DO PLANO

Gabia con pregabia baixo o nivel freático Tubaxes flexibles



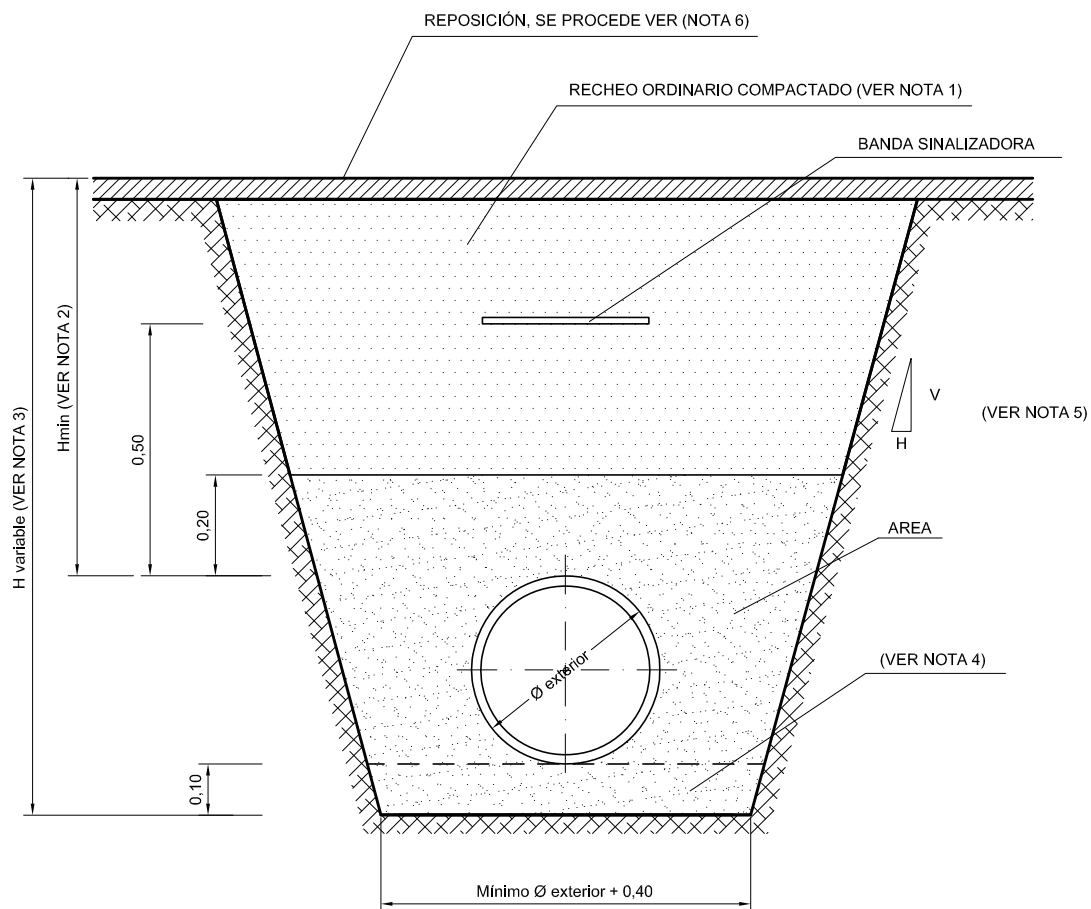
NOTAS		
(1)	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3)	
	En zonas rurales, solo adecuado (PG-3)	
(2)	Hmáx=4m.	
(3)	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.	

TÍTULO DO PLANO

**Gabia con pregabia sobre o nivel freático
Tubaxes flexibles**

TUBAXES RÍXIDAS

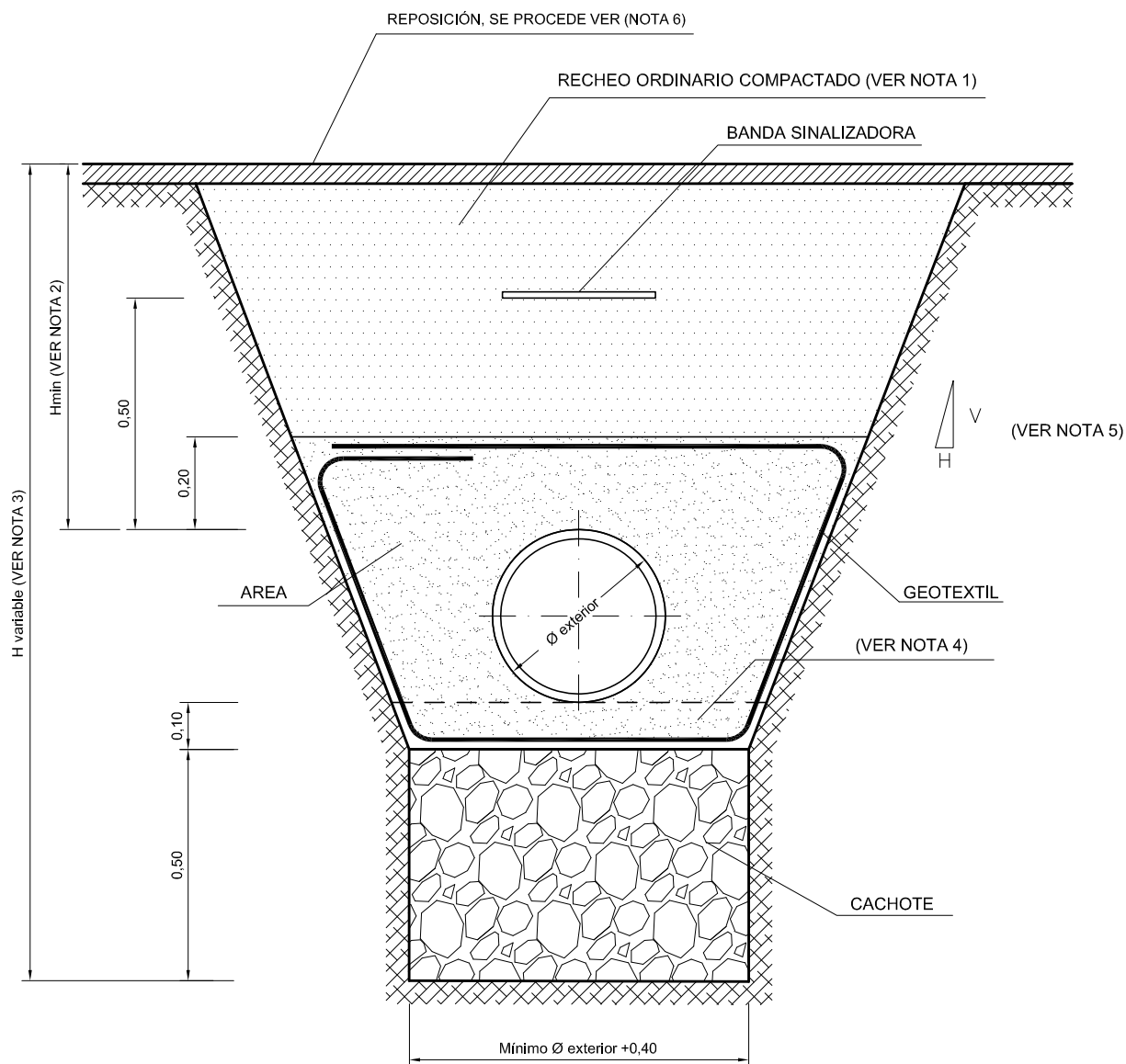
1. **ZGABIAS EN TALUDE**
 - 1.1. **SECCIÓN TIPO DE GABIA SOBRE O NIVEL FREÁTICO**
 - 1.2. **SECCIÓN TIPO DE GABIA BAIXO O DE NIVEL FREÁTICO**
 - 1.3. **SECCIÓN TIPO DE GABIA REFORZADA SOBRE O NIVEL FREÁTICO**
2. **GABIAS ENTIBADAS**
 - 2.1. **SECCIÓN TIPO DE GABIA SOBRE O NIVEL FREÁTICO**
 - 2.2. **SECCIÓN TIPO DE GABIA BAIXO O DE NIVEL FREÁTICO**
3. **REPOSICIÓNs**
 - 3.1. **REPOSICIÓNs EN ESTRADAS CON PAQUETE DE AGLOMERADO**
 - 3.2. **REPOSICIÓNs EN ESTRADAS OU CAMIÑOS CON TRATAMENTO SUPERIFICAL**
4. **SECCIÓN DE PASO DE RÍO**
5. **GABIA CON PREGABIA**
 - 5.1. **SECCIÓN TIPO DE GABIA SOBRE O NIVEL FREÁTICO**
 - 5.2. **SECCIÓN TIPO DE GABIA BAIXO O DE NIVEL FREÁTICO**



NOTAS	(1)
	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3) En zonas rurales, solo adecuado (PG-3)
	$H_{\text{min}} > 1\text{m}$, 0.8m en zona peatonal $H_{\text{min}} < 0.8$ ver nº de plano 1.3
	$H_{\text{máx}} = 4\text{m}$. Para H maiores, facer estudo
	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.
	Noiro a definir en estudo xeotécnico
	Reposición segundo planos 3.1 e 3.2

TÍTULO DO PLANO

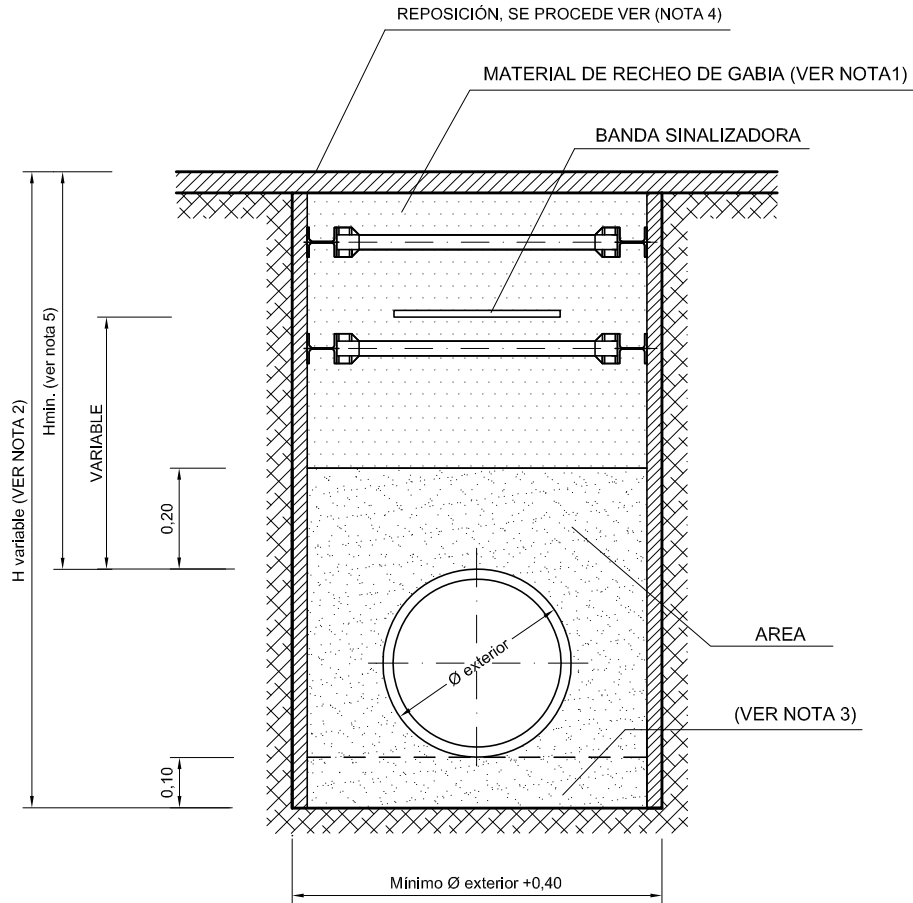
Gabias en ¿talude?: Sección tipo de gabia sobre o nivel freático
Tubaxes flexibles



NOTAS	
(1)	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3) En zonas rurais, solo adecuado (PG-3)
(2)	Hmin > 1m , 0.8m en zona peatonal Hmin < 0,8 ver nº de plano 1.3
(3)	Hmáx = 4m. Para H maiores, facer estudo
(4)	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.
(5)	Talude a definir en estudo xeotécnico
(6)	Reposición segundo planos 3.1 e 3.2

TÍTULO DO PLANO

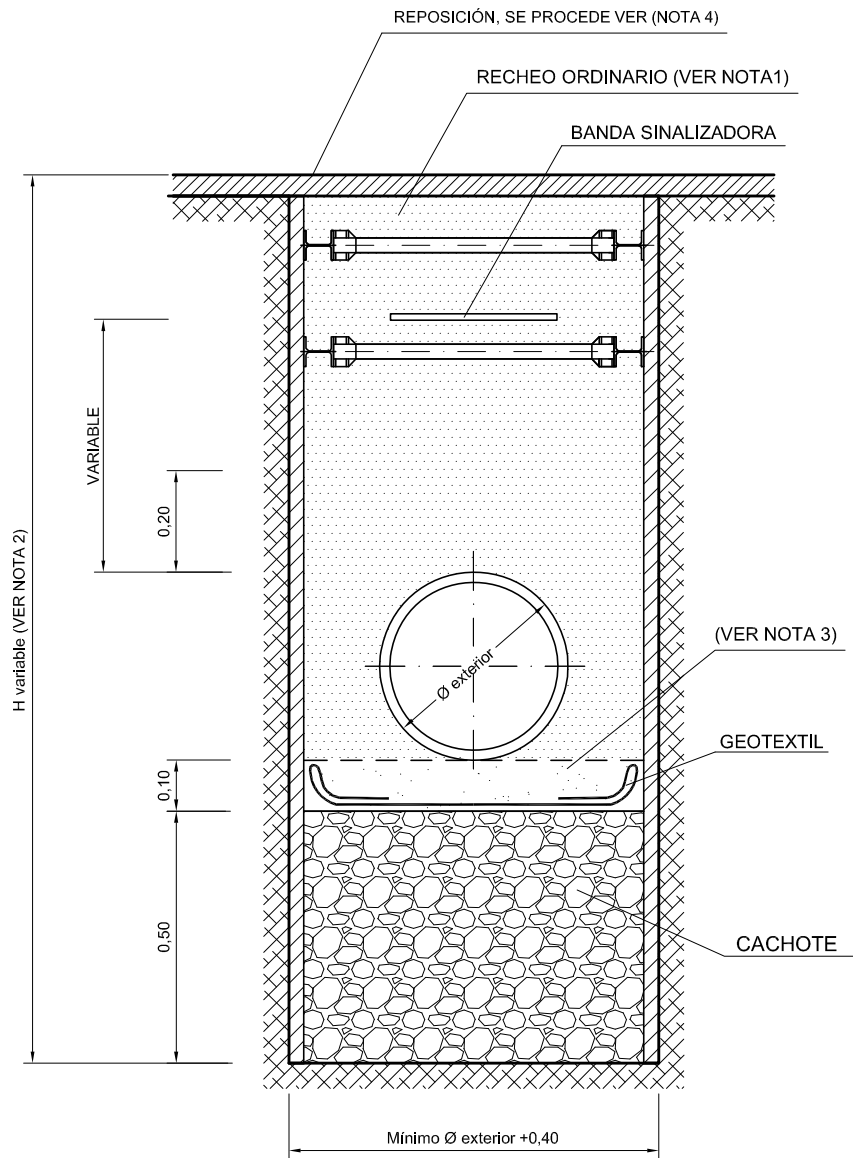
Gabias en talude: Sección tipo de gabia baixo o nivel freático Tubaxes flexibles



NOTAS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3)				
	En zonas rurales, solo adecuado (PG-3)				
		$H_{m\acute{a}x} > 4m$, ver nº de plano 5.1			
			Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.		
				Reposición segundo planos 3.1 e 3.2	
					$H_{min} > 1m$, 0.8m en zona peatonal
					$H_{min} < 0.8$, facer estudo

TÍTULO DO PLANO

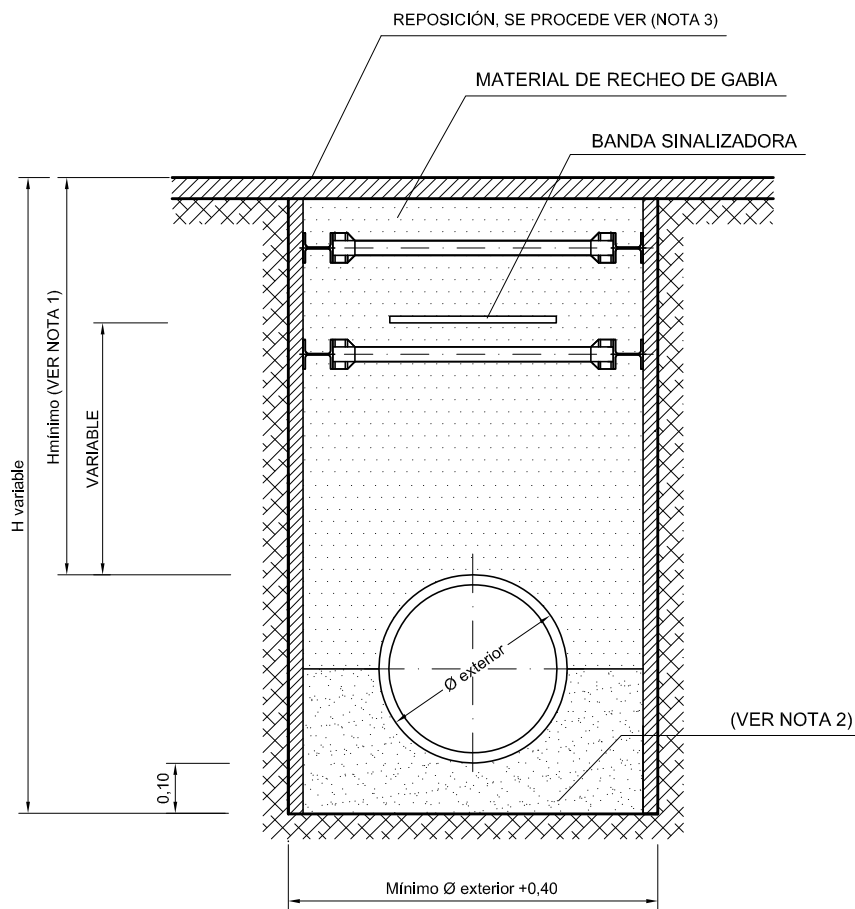
Gabia entibada sobre o nivel freático Tubaxes ríxidas



NOTAS	(1)	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3) En zonas rurales, solo adecuado (PG-3)
	(2)	H _{máx} =4m. Para H maiores, facer estudo
	(3)	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.
	(4)	Reposición segundo planos 3.1 e 3.2

TÍTULO DO PLANO

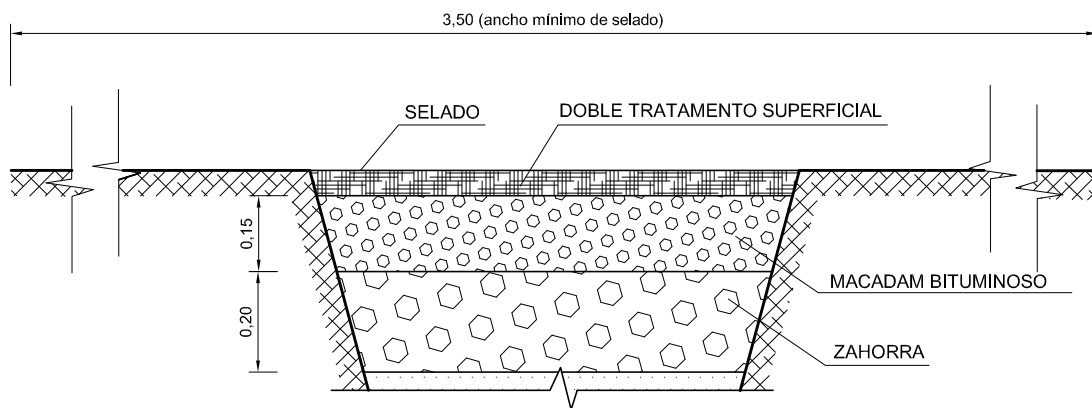
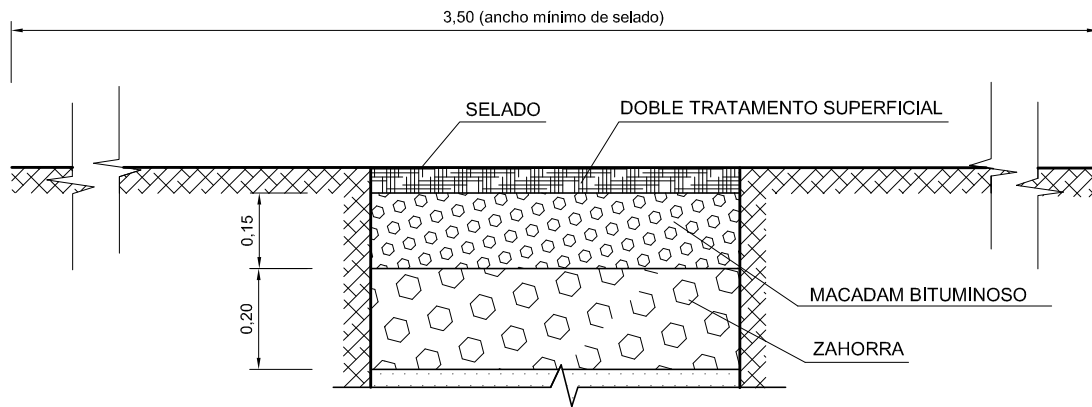
Gabia entibada baixo o nivel freático Tubaxes ríxidas



NOTAS	
(1)	Hmin > 1m , ver nº de plano 5.1
(2)	Apoio granular ou apoio ríxido en función da pendente mínima permitida na Táboa 6 da ITOHG-SAN1.2.
(3)	Reposición segundo planos 3.1 e 3.2
(4)	Hmin > 1m, 0.8m en zona peatonal Hmin < 0.8, facer estudo

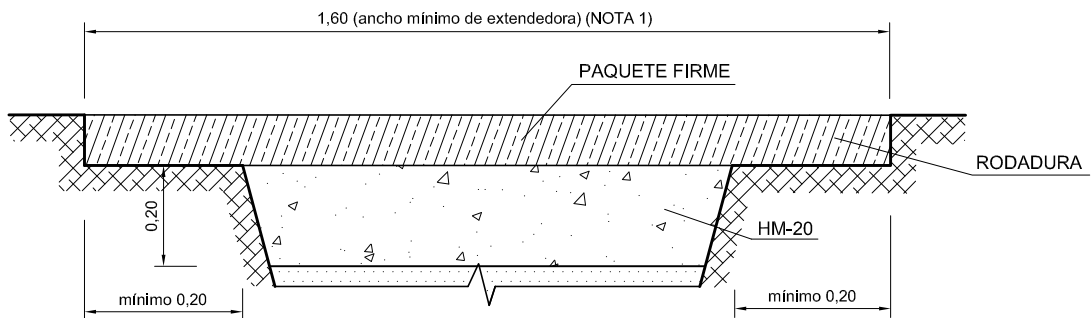
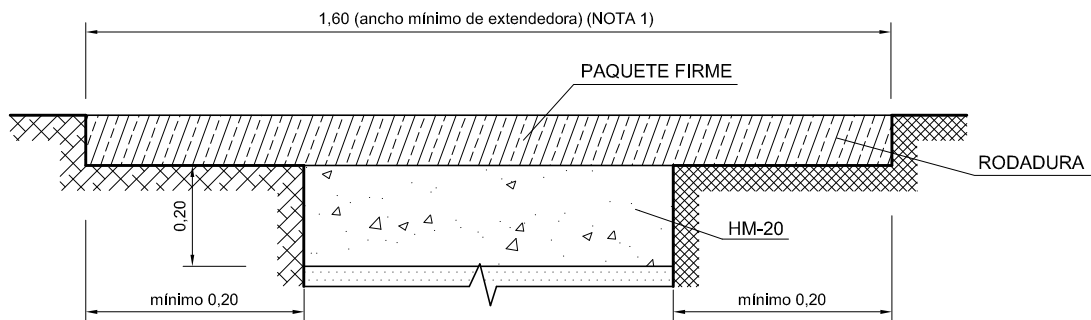
TÍTULO DO PLANO

Gabia entibada sobre o nivel freático
Tubaxes ríxidas



TÍTULO DO PLANO

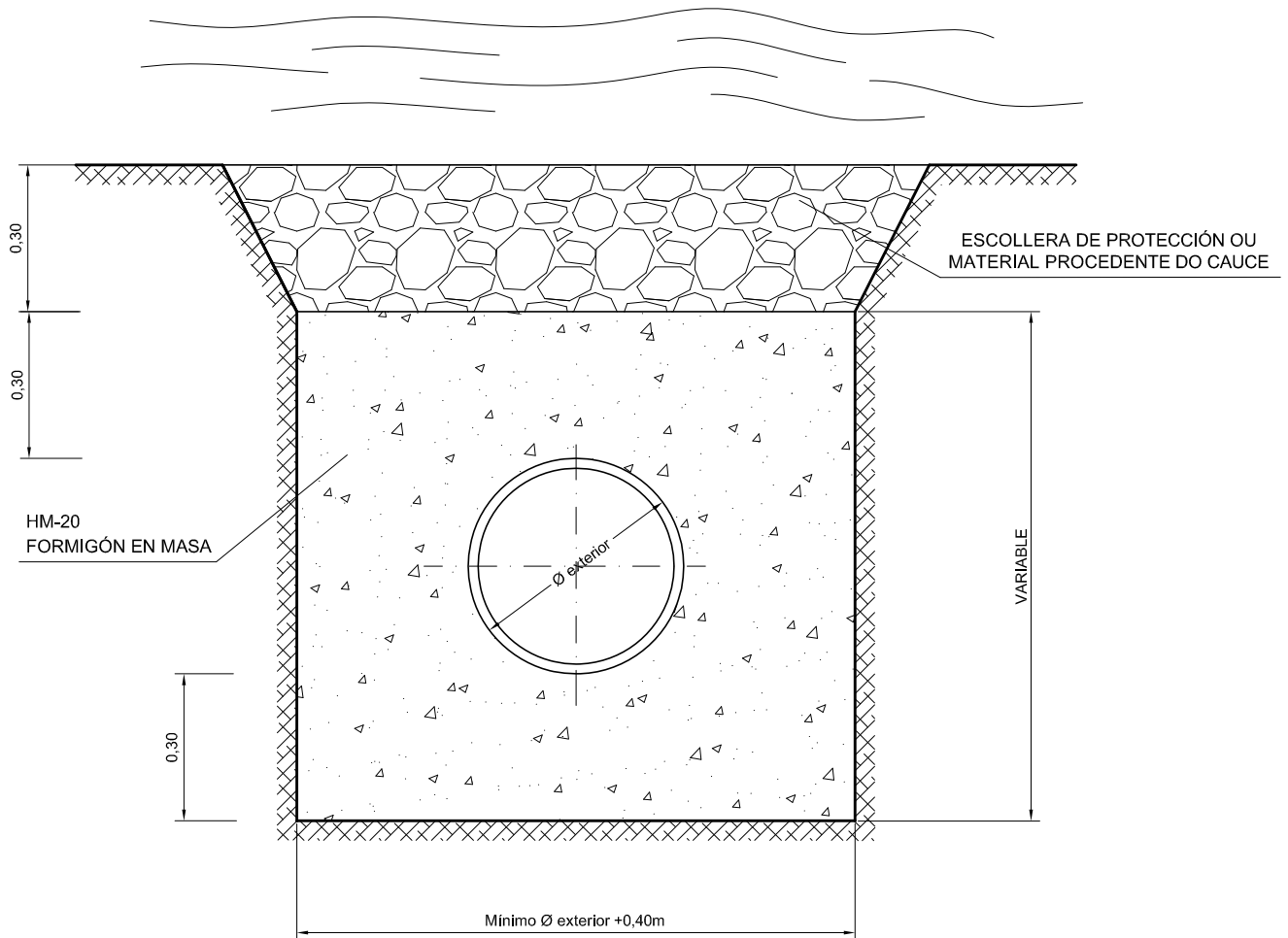
Reposición en estradas ou camiños con tratamento superficial
Tubaxes ríxidas



NOTA	(1)	Para anchos da gabia maiores de 1,60, paquete de firme igual ao ancho do carril.
------	-----	--

TÍTULO DO PLANO

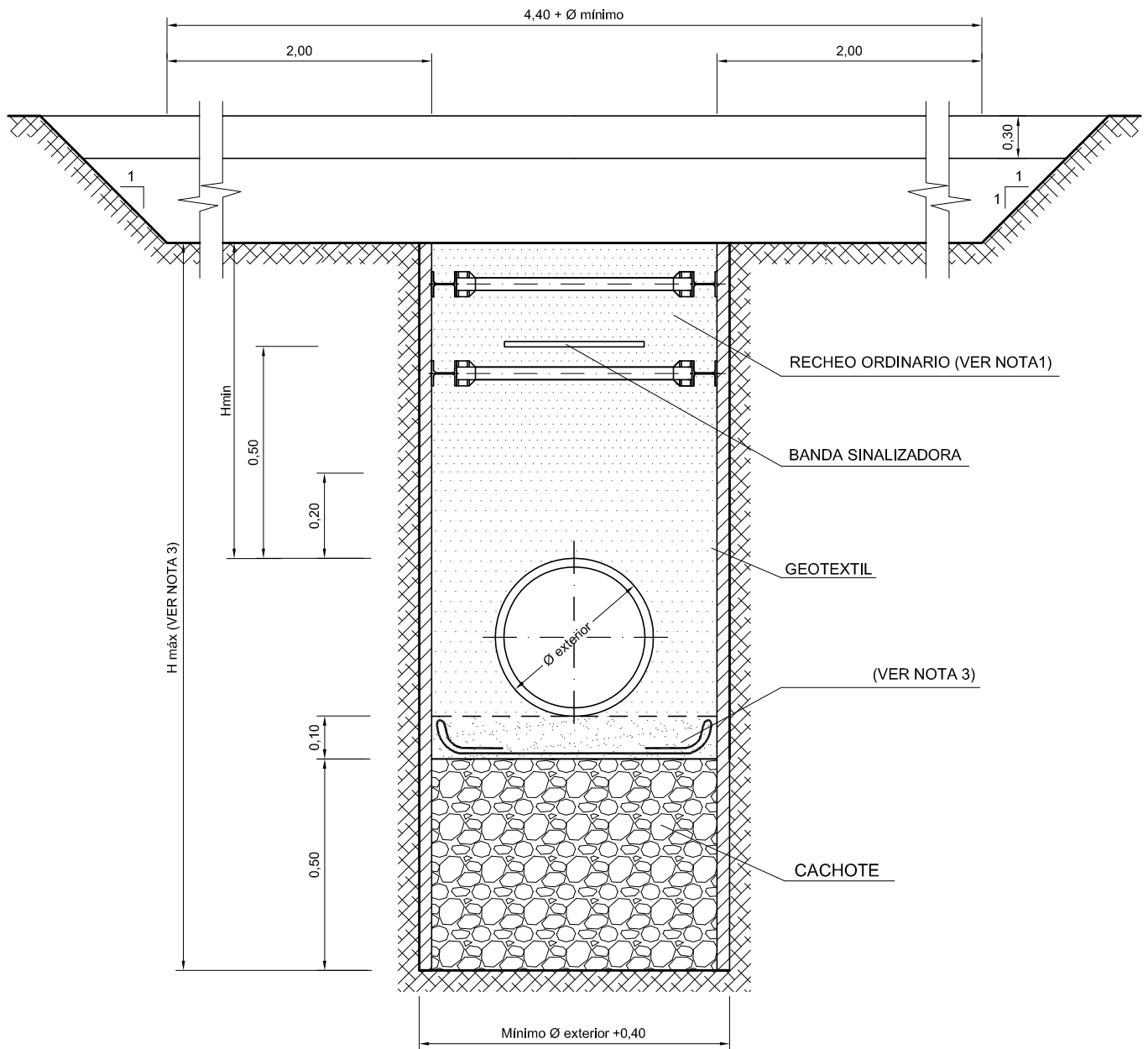
Reposición en estradas con paquete de aglomerado
Tubaxes ríxidas



NOTA	Para DN ≥ 1000 haberá que comprobar a flotabilidade.
------	---

TÍTULO DO PLANO

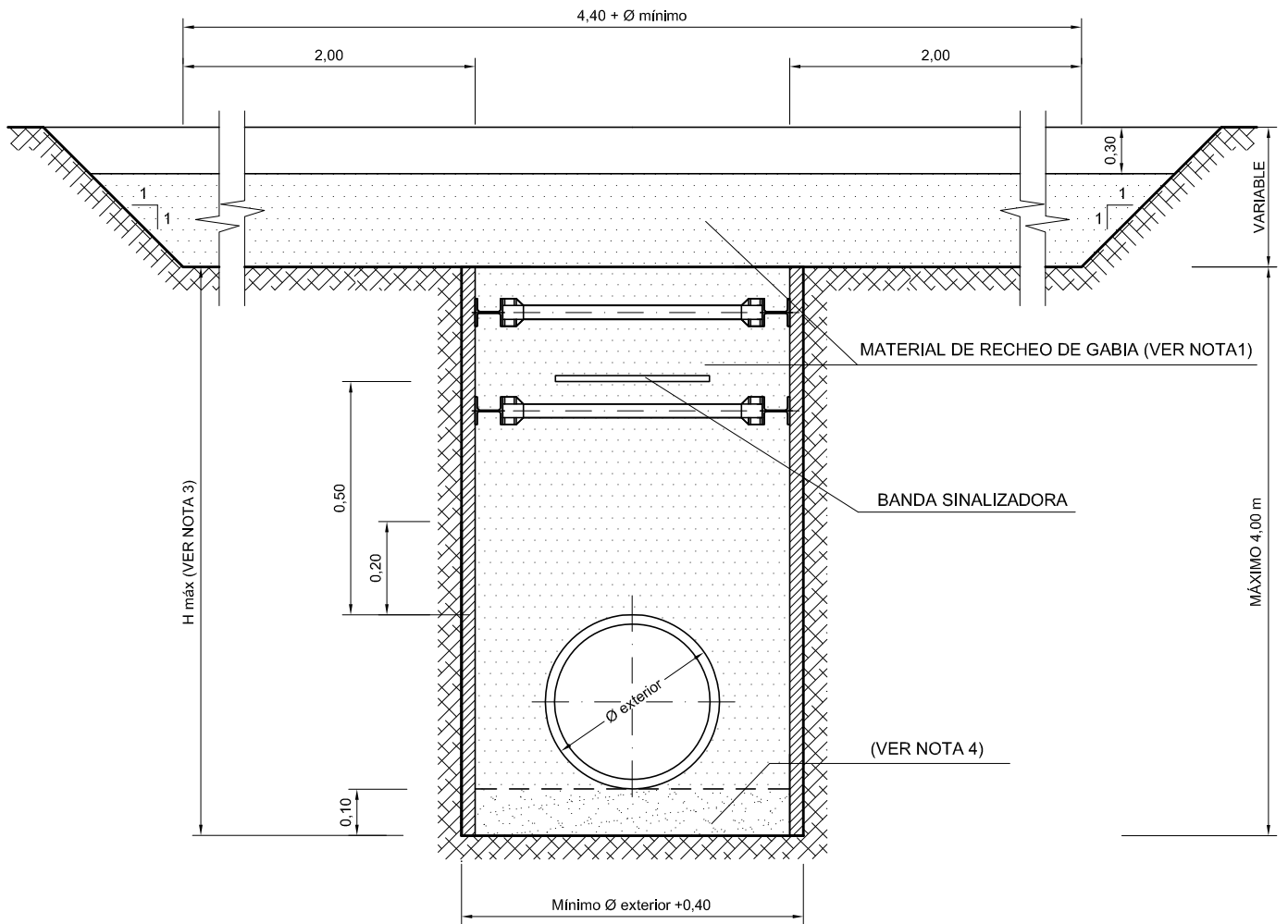
Sección paso de río Tubaxes ríxidas



NOTAS	(1)	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3) En zonas rurales, solo adecuado (PG-3)
	(2)	Hmín=1m, 0.8 en zonas rurales
	(3)	Hmáx=4m
	(4)	Recheo granular

TÍTULO DO PLANO

Gabia con pregabia baixo o nivel freático
Tubaxes ríxidas



NOTAS	
(1)	En zonas urbanas, solo seleccionado (PG-3) En zonas rurales, solo adecuado (PG-3)
(2)	H _{min} =1m, 0.8 en zonas rurales
(3)	H _{máx} =4m
(4)	Recheo granular

TÍTULO DO PLANO

Gabia con pregabia sobre o nivel freático Tubaxes ríxidas

ITOHG-MAT-1/1

INSTRUCCIÓN S TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE MATERIAIS

TÍTULO	ACEIRO (MAT-1/1)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

ACEIRO (MAT-1/1)

Data	23 de novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Marta Sara Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións			

ÍNDICE

-
- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- TIPOS DE TUBOS DE ACEIRO
 - 3.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE ACEIRO
 - 4.- TIPOS DE UNIÓNS EN TUBAXES DE ACEIRO
 - 5.- CÁLCULO MECÁNICO EN TUBAXES DE ACEIRO
 - 5.1.- *Tubos aéreos*
 - 5.2.- *Tubos enterrados*
-

1.- INTRODUCCIÓN

O obxecto da presente instrución é dar a coñecer a tipoloxía, propiedades e comportamento das tubaxes de aceiro e definir o cálculo e instalación destas.

Os tubos de aceiro son tubos metálicos que se aplican, sobretudo en casos de altas presións e cobren diámetros dende 168 mm ata 2540mm.

O aceiro empregado na súa fabricación debe ser do tipo non aleado e completamente calmo, segundo o indicado na norma UNE 36004:1989.

2.- TIPOS DE TUBOS DE ACEIRO

Os tubos de aceiro poden ser de dous tipos:

- **Tubos sen soldadura:** Poden obterse por colada centrifugada ou por extrusión dun produto laminado e posteriormente laminado ou estirado en quente ou en frío. O seu diámetro exterior adoita ser inferior a 200 mm.
- **Tubos soldados:** Obtéñense por conformación dun produto laminado, en quente ou en frío, ata conseguir unha sección circular e posterior soldado dos seus bordes. Segundo o procedemento de soldadura empregado, os tubos poden ser:
 - **Soldados a tope por presión.** Neste caso a soldadura é sempre lonxitudinal.
 - **Soldados por indución ou resistencia eléctrica.** Neste caso, ademáis da lonxitudinal pode empregarse a soldadura helicoidal.
 - **Soldados por arco somerxido.** Neste caso, ademáis da lonxitudinal pode empregarse a soldadura helicoidal.

3.- CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DOS TUBOS DE ACEIRO

- **Diámetro nominal, DN:** Nos tubos de aceiro, o diámetro nominal, DN, refírese ao diámetro exterior, OD. Estas variacións obtéñense por aumento ou diminución do diámetro interior, ID, mantendo constante o valor do exterior, OD.
- **Presión nominal, PN:** Este concepto só se emprega en tubos de aceiro no caso de que se unan con bridas. Neste caso o valor de PN corresponde á máxima DP que o tubo poida resistir.

4.- TIPOS DE UNIÓNS EN TUBAXES DE ACEIRO

As unións máis habituais nos tubos de aceiro son:

- **Unións ríxidas:** Dentro deste tipo de unións atopámonos con:
 - **Unións soldadas:** Este tipo de unións levaranse a cabo segundo o indicado nas normas UNE-EN 288-1-2-3:1993. Segundo o tipo de soldadura, estas xuntas poden ser, á súa vez a tope, mediante manguito ou con embocadura (xunta abocardada)

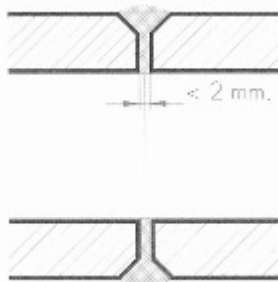


Figura 1. Detalle de unión abocardada.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

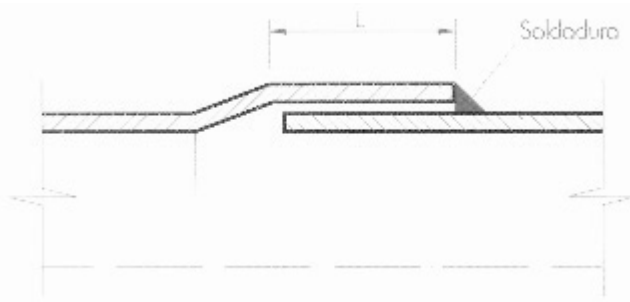


Figura 2. Detalle de unión soldada a tope.

- **Unións con bridas**

- **Unións flexibles:** Unións con enchufe ou anel elastomérico.

Poden empregarse tamén outro tipo de unións como xuntas con manguito ou xuntas de expansión e contracción.

5.- CÁLCULO MECÁNICO EN TUBAXES DE ACEIRO

Nos tubos de aceiro a hipótese pésima de carga e a solicitação condicionante adoitan responder a unha das combinacións de accións que aparecen na seguinte táboa:

Táboa 1. Hipóteses pésimas de carga e solicitacións condicionantes nos tubos de aceiro.

		Combinación de accións	Solicitud determinante
Tubos aéreos	<i>Hipótese I</i>	Presión interna positiva	Estado tensional
	<i>Hipótese II</i>	Presión interna negativa	Pandeo ou colapsado
	<i>Hipótese III</i>	Accións gravitatorias	Estado tensional e deformacións
Tubos enterrados	<i>Hipótese I</i>	Presión interna	Estado tensional
	<i>Hipótese II</i>	Accións externas	Deformacións
	<i>Hipótese III</i>	Accións externas e presión interna negativa	Pandeo ou colapsado

As condicións singulares, polo seu gran diámetro, altas presións ou disposicións especiais, requirirán cálculos adicionais que deben ser incluídos no proxecto da tubaxe.

5.1.- Tubos aéreos

As principais comprobacións que se deben facer nos tubos de aceiro instalados entre apoios son:

- **Hipótese I: Presión interna positiva (estado tensional)**

Nesta hipótese debe comprobarse que a presión interna citada (para un determinado valor de DN e espesor e do tubo) produce un estado tensional inferior ao admisible. Isto pode comprobarse mediante a seguinte expresión

(manual AWWA M11), na que $\frac{2e}{OD}$ funciona como coeficiente de seguridade.

$$MDP \leq \frac{2e}{OD} \sigma_{adm}$$

Onde:

MDP: Presión máxima de deseño, en MPa.

e: Espesor do aceiro da parede do tubo, en mm.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

OD: Diámetro exterior do tubo, en mm.

σ_{adm} : Tensión a tracción admisible do aceiro en mm. En xeral adoptárase como tensión a tracción admisible do aceiro o 50% do seu límite elástico mínimo, $L_{e, min}$, aínda que podemos empregar outro criterio que consiste en adoptar como valor de dita tensión a tracción admisible a menor das seguintes: 1/3 da resistencia mínima á tracción, R_m , ou 2/3 do límite elástico mínimo. O valor de $L_{e, min}$, pódese obter da seguinte táboa:

Táboa 2. Valor de $L_{e, min}$ en función do tipo de aceiro.

Tipo de aceiro	Resistencia mínima á tracción R_m (MPa)	Límite elástico mínimo, $L_{e, min}$ (MPa) (e, mm)	
		$e \leq 16$	$16 < e \leq 40$
L235	360 a 500	235	225
L275	430 a 570	275	265
L355	500 a 650	355	345

– **Hipótese II: Presión interna negativa (pandeo ou colapsado)**

Nesta hipótese debe comprobarse que o coeficiente de seguridade C fronte ao colapso por abolladura ou pandeo sexa polo menos 2. Isto pode verificarse mediante a expresión:

$$C = \frac{P_{crit}}{P_V} \geq 2$$

Onde:

P_{crit} : Carga crítica de pandeo, en MPa, calculada, por exemplo, mediante a expresión de Levy:

$$P_{crit} = \frac{2E}{1-\nu^2} \left(\frac{e}{D_m} \right)^3$$

Onde:

E: Módulo de elasticidade do material da tubaxe, en MPa.

ν : Coeficiente de Poisson do material da tubaxe.

e: Espesor do tubo, en mm.

D_m : Diámetro medio do tubo, en mm.

P_V : Depresión debida a posibles golpes de ariete, succións, ..., en MPa.

C: Coeficiente de seguridade, ≥ 2 .

– **Hipótese III: Accións gravitatorias (estado tensional e deformacións)**

Para esta hipótese pésima de carga debe comprobarse que a tensión e a deformación máxima non superan as admisibles. Como deformación máxima tomarase o valor de 1/360 da luz entre apoios.

Ademáis, por tratarse de tubos instalados entre apoios debe comprobarse que, para a hipótese pésima de carga, as tensións producidas nas zonas entre apoios, bifurcacións, derivacións, etc debidas ás reaccións nas mesmas, non superan ás admisibles.

5.2.- Tubos enterrados

As principais comprobacións que deben facerse nos tubos de aceiro instalados enterrados son:

– **Hipótese I: Presión interna (estado tensional)**

A comprobación dos tubos enterrados sometidos á presión hidráulica como única acción é igual que no caso dos tubos aéreos.

– **Hipótese II: Accións externas (deformacións)**

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Neste caso debe comprobarse que a flexión máxima debida á flexión transversal non supera á admisible. Pódense ver os valores que se poden tomar para as deformacións máximas admisibles na seguinte táboa:

Táboa 3. Deformacións diametrais admisibles dos tubos (Manual AWWA M11)

Tipo de revestimento		Deformación admisible (%DN)
Exterior	Interior	
Flexible	Flexible	5
Flexible	Morteiro de cemento	3 a 4
Morteiro de cemento	Morteiro de cemento	2

O cálculo da deformación máxima debida á flexión transversal adoita facerse mediante a fórmula de Spangler, que adopta a seguinte expresión (AWWA M11, 1987):

$$d = D_1 \frac{K_a (W_e + W_t) r_m^3}{EI + 0,061 E' r_m^3}$$

Onde:

d: Deformación producida no tubo, en m.

D₁: Coeficiente empírico de deformación diferida, considerando a redución do volume que ao longo do tempo vai ter o terreo dos laterais. Normalmente tómase un valor medio de 1,2.

K_a: Coeficiente de factor de apoio. Os valores habituais para este parámetro son:

Ángulo de apoio 2α=20°	K _a =0,110
Ángulo de apoio 2α=45°	K _a =0,105
Ángulo de apoio 2α=60°	K _a =0,102
Ángulo de apoio 2α=120°	K _a =0,090
Ángulo de apoio 2α=180°	K _a =0,083

r_m: Radio medio da tubaxe, en m.

E: Módulo de elasticidade do aceiro. Normalmente. (E=2,1 *10⁸)

I: Momento de inercia da parede do tubo, en m³. (I=e³/12)

e: Espesor da parede do tubo, en m.

E': Módulo de reacción do solo. É frecuente empregar os seguintes valores:

Táboa 4. Módulo de reacción do solo en función da compactación do terreo.

Compactación do terreo	Módulo de reacción do solo, E' (kPa)
Terreo ben compactado	5000
Terreo con compactación media	2000
Terreo con mala compactación	1000

W_e e W_t: Cargas debidas ao peso das terras e ao tráfico respectivamente, en kN/m. Para o seu cálculo poden seguirse as seguintes indicacións:

Cargas debidas ao peso das terras, W_e

Nos tubos de aceiro é habitual calcular estas cargas mediante a teoría de Marston, coa seguinte ecuación:

$$W_e = \gamma \cdot H \cdot OD$$

Onde:

W_e: Cargas debidas ao peso das terras, en kN/m.

γ: Peso específico do recheo. Por defecto pódese tomar 20 kN/m³.

H: Altura de terras sobre a clave do tubo, en m.

OD: Diámetro exterior do tubo, en m.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Cargas debidas ao tráfico, W_t

Para este cálculo pode empregarse a formulación de Boussinesq. Na IET-80 podemos atopar unha simplificación de dita formulación, supoñendo que os vehículos que transitan sobre unha superficie producen unha acción dinámica que se transmite á tubaxe en forma de tronco de pirámide coas caras laterais formando un ángulo de 45° respecto á vertical.

Así, segundo esta formulación simplificada, para tubos menores de dous metros de diámetro e para unha carga de triple eixo con 60 t, o valor das cargas puntuais debidas ao tráfico, en t/m, son:

Táboa 5. Alturas de terra H menores de 1,0 m-

OD	l_e (m)	W_t
>t		30/ l_e'
<t	<1,5	10 OD/($t^* l_e$)
	>1,5	30 OD/($t^* l_e'$)

Táboa 6. Alturas de terra H maiores de 1,0 m.

OD	W_t
>s	30(OD+s)/($t^* l_e'$)
<s	60 OD/($t^* l_e'$)

$$l_e = 0,20 + 1,4H + 1,05OD$$

$$t = 1,40H + 0,60$$

$$s = 1,40(H - 1,00)$$

$$l_e' = l_e + 3,00$$

H: Altura de terras sobre a clave do tubo, en m.

OD: Diámetro exterior do tubo, en m.

– **Hipótese III: Accións externas e presión interna negativa (pandeo ou colapso)**

Nesta hipótese debe comprobarse que o coeficiente de seguridade C fronte ao pandeo sexa polo menos 2, 5 ou 3, o cal pode comprobarse mediante a seguinte expresión:

$$C = \frac{P_{crit}}{q_e} \geq 2,5 \text{ ou } 3$$

Onde:

P_{crit} : Carga crítica de pandeo, en MPa. Recoméndase calcularse mediante a expresión de Luscher:

$$P_{crit} = \sqrt{32 f_f B' E' \frac{EI}{D_m^3}}$$

Onde:

I: Momento de inercia da parede da tubaxe, en mm^3 ($I = e^3/12$)

E': Módulo de reacción do solo, en MPa.

B': Coeficiente de orixe empírico, de valor:

$$B' = 0,015 + 0,041(H/D_m), \text{ se } H/D_m < 5$$

$$B' = 0,150 + 0,014(H/D_m), \text{ se } H/D_m > 5,$$

Sendo:

H: Altura de terras por enriba da clave do tubo, en mm.

D_m : Diámetro medio do tubo, en mm.

f_f : Factor de flotación,

$$f_f = 1 - 0,33 \frac{H_w}{H}$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

H_w : Altura do nivel freático sobre o tubo, en mm.

q_e : Accións totais, en MPa. Calcúlanse mediante a expresión:

$$q_e = \gamma_w H_w + f_f \frac{W_e}{DN} + \frac{W_t}{DN} + P_v$$

γ_w : Peso específico da auga, en MPa.

DN: Diámetro nominal do tubo, en mm.

P_v : Depresión interna debida a posibles golpes de ariete, succións, etc, en MPa.

Moitas veces a acción conxunta das cargas concentradas W_t e a depresión interna P_v é pouco probable. Nestes casos as accións externas totais poden calcularse mediante a expresión do manual AWWA M11:

$$q_e = \gamma_w h_w + f_f \frac{W_e}{DN} + \frac{W_t}{DN}$$

Neste caso o valor de C será, como mínimo 2,5 se $H/DN > 2$ ou 3,0 se $H/DN < 2$.

ITOHG-MAT-1/2

INSTRUCCIÓN S TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE MATERIAIS

TÍTULO	FORMIGÓN (MAT-1/2)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

FORMIGÓN (MAT-1/2)

Data	23 de novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Marta Sara Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións			

ÍNDICE

-
- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- TIPOS DE TUBOS DE FORMIGÓN
 - 3.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE FORMIGÓN
 - 4.- TIPOS DE UNIÓNS EN TUBAXES DE FORMIGÓN
 - 5.- CÁLCULO MECÁNICO EN TUBAXES DE FORMIGÓN
-

1.- INTRODUCCIÓN

O obxecto da presente instrución é dar a coñecer a tipoloxía, propiedades e comportamento das tubaxes de formigón e definir o cálculo e instalación destas.

Os tubos de formigón empréganse no caso de diámetros grandes (están normalizados ata diámetros de 4000mm) e en presións medias e elevadas.

2.- TIPOS DE TUBOS DE FORMIGÓN

Os tubos de formigón poden ser de distintos tipos:

- **Tubos de formigón armado sen camisa de chapa. (THAsCCh):** É o formado por unha parede de formigón, que lle confire estanqueidade e que contén unha ou dúas capas de armadura transversal.
- **Tubos de formigón con armadura difusa, sen camisa de chapa (THD):** Está formado por unha parede de formigón, que lle confire estanqueidade cunha ou máis cpas de armadura transversal e lonxitudinal, formadas por arames menores de 2mm de diámetro.
- **Tubos de formigón armado con camisa de chapa (THAcCCh):** É o formado por unha parede de formigón e unha armadura transversal, composta por unha ou máis gaiolas cilíndricas e unha camisa de chapa de aceiro soldada, que é a encargada de garantir a estanqueidade.
- **Tubos de formigón pretensado sen camisa de chapa (THPsCCh):** É o formado por un núcleo de formigón que lle confire estanqueidade. Contén armaduras activas ou pasivas lonxitudinais, un arame de aceiro de alta resistencia enrollado arredor do núcleo, pretensado a unha tensión previamente fixada chamada "tensión de zunchado" , e un revestimento exterior, con espesor e natureza variables, coa misión de protexer o arame.
- **Tubos de formigón pretensado con camisa de chapa (THPcCCh):** Está formado por un núcleo de formigón que contén unha camisa cilíndrica de chapa para conferirlle estanqueidade, un arame de aceiro de alta resistencia que se enrola helicoidalmente arredor do núcleo, postesado a unha tensión previamente fixada, designada "tensión de zunchado", e un revestimento exterior, con espesor e natureza variables, coa misión de protexer o arame.

Os procedementos de fabricación para estes tubos son os que se indican a continuación, aínda que poden empregarse combinacións deles sempre que se garante a homoxeneidade e calidade do produto rematado:

- Centrifugación.
- Compactación por compresión radial.
- Vertido en moldes verticais e vibración.
- Regla vibrante.
- Proxección.

Con respecto á normativa, os tubos de formigón deben cumprir o especificado nas normas:

- UNE-EN 639:1995
- UNE-EN 640:1995
- UNE-EN 641:1995
- UNE-EN 642:1995

No caso dos THAsCCh a súa utilización debe limitarse a presións interiores inferiores a 0,5 Mpa (UNE-EN 640:1995) e os THD A 2 Mpa (UNE-EN 640:1995)

3.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE FORMIGÓN

- **Diámetro nominal, DN:** Nos tubos de formigón, o diámetro nominal, DN, refírese ao diámetro interior ID. Para un mesmo diámetro nominal, DN, os tubos admiten ser fabricados en distintas gamas de espesores e así, a igualdade de capacidade hidráulica, a resistencia mecánica do tubo sexa variable.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Estas variacións obtéñense por aumento ou diminución do diámetro exterior, OD, mantendo constante o valor do interior, ID.

Características técnicas

Os materiais a empregar nos tubos de formigón armado e pretensado deben cumprir tanto o especificado pola vixente EHE, como o que se expón a continuación:

- **Cemento:** O cemento a empregar debe cumprir co especificado pola vixente RC. Non debe empregarse nunca cemento aluminoso nin deben porse en contacto hormigóns fabricados con diferentes tipos de cementos, incompatibles entre si.
- **Auga:** Poden empregarse tódalas augas sancionadas como aceptables pola práctica.
- **Áridos:** O tamaño máximo de árido a empregar non debe exceder dos seguintes valores (normas UNE-EN 639:1995 a 642:1995):

THAsCCh: Un tercio do espesor da parede cun máximo de 32 mm.

THAcCCh: Un tercio do espesor do formigón de cada lado da camisa cun máximo de 32 mm.

THPsCCh: Un tercio do espesor do núcleo de formigón ou o espesor do revestimento exterior de formigón ou morteiro cun máximo de 32mm.

THPcCCh: Un tercio do espesor do formigón de cada lado da camisa ou a espesor do revestimento exterior de formigón ou morteiro cun máximo de 32mm.

- **Aditivos:** Non se deben empregar aditivos que conteñan cloruros, debéndose empregar únicamente aqueles aditivos cunhas características e comportamento ao empregalos nas proporcións previstas que vañan garantidas polo fabricante e sexan aceptadas por DO.
- **Adicións:** Non deben empregarse adicións de ningún tipo, sobretodo cinzas volantes.
- **Armaduras pasivas:** As barras ou arames das armaduras pasivas deben ser dos seguintes diámetros: 5,6,7 e 8 mm e o aceiro a empregar debe ser soldable.
- **Armaduras activas:** Os arames do pretensado deben ser dos seguintes diámetros: 5, 6, 7 e 8 mm. Neles a estricción non debe ser inferior aos valores da seguinte táboa:

Táboa 1. Valores mínimos de estricción tralo ensaio de tracción, en % nos arames de pretensado. (UNE-EN 639:1995 a 642:1995)

Diámetro do arame (mm)	Carga unitaria máxima a tracción do aceiro, f_{max} (MPa)			
	1500	1600	1700	1800
5	35	34	32	31
6	34	33	31	30
7	33	32	30	-
8	32	31	-	-

- **Chapa de aceiro:** A chapa empregada nas camisas dos tubos de formigón armado ou pretensado debe ser aceiro doce e espesor uniforme, debendo cumprir as seguintes características da UNE-EN 639:1995 a 642:1995.

Táboa 2. Características químicas e mecánicas da chapa de aceiro

Contido en fósforo	$P < 0,075\%$
Contido en xofre	$S < 0,065\%$
Resistencia mínima á tracción	$R_m > 300 \text{ MPa}$
Límite elástico mínimo	$L_{e,min} > 220 \text{ MPa}$
Alongamento na rotura	$A_{min} > 20\%$

4.- TIPOS DE UNIÓNS EN TUBAXES DE FORMIGÓN

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Os tipos de unións máis habituais en tubos e pezas especiais de formigón son as seguintes:

- **Unións ríxidas:** Son as unións soldadas. A preparación e soldeo das boqueiras debe realizarse segundo o especificado na norma UNE-EN 288:1993, PARTES 1, 2 e 3, por soldadores cualificados dacordo coa norma UNE-EN 287-1:1992. Para a súa correcta colocación en aliñación e rasante, este tipo de unións realízase cando hai un número suficiente de tubos colocados por diante. Nos tubos de $DN < 800\text{mm}$ a soldadura efectúase pola parte exterior da unión, mentres que nos de $DN \geq 800\text{mm}$ pode efectuarse ben pola parte exterior ou ben pola interior (pero non por ambas).

Unha vez rematada a operación de soldadura das unións debe procederse á protección anticorrosiva das zonas das boqueiras, tanto exteriores como interiores, que queden sen protexer.

Nas unións soldadas, en aliñación recta dos tubos, o solapo das boqueiras non debe ser inferior a 50mm, mentres que en aliñacións curvas pódese formar un ángulo na unión cun alcance que depende do diámetro do tubo e da folgura entre elementos de unión. Tal folgura será, como mínimo, a precisa para permitir un enchufe normal dos tubos e, como máximo, a que permita unha correcta soldadura sen necesidade de elementos complementarios.

As características xeométricas das camisas de chapa nas xuntas deben cumprir o indicado na seguinte táboa:

Táboa 3. Características xeométricas das unións soldadas (UNE-EN 6639:1995)

DN	Espesor mínimo (mm)		Tolerancia no perímetro (mm)		Tolerancia na ovalación (mm)	
	Enchufe	Extremo liso	Enchufe	Extremo liso	Enchufe	Extremo liso
$DN \leq 1500$	4	4	+8,5/-1,5	+1,5/-1,5	+7/-3	+3/-7
$DN > 1500$	4	4	+8,5/-1,5	+1,5/-1,5	+10/-3	+5/-10

Este tipo de unións transmiten moi ben os esforzos lonxitudinais na tubaxe, polo que se empregan moito nas curvas, onde neste tipo de unións pódese eliminar o macizo de ancoraxe. Sen embargo, tamén ten inconvenientes como producir flexións nos asentos localizados ou resistir mal o efecto dos terremotos.

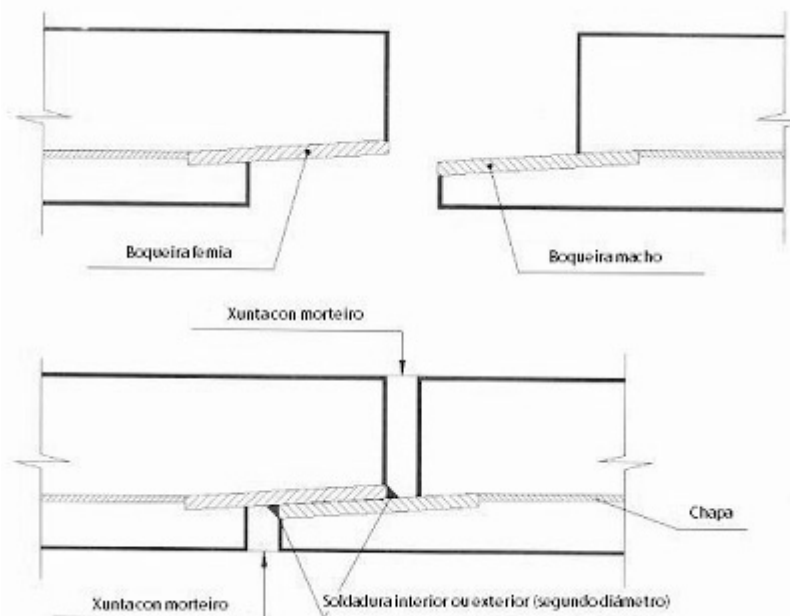


Figura 1. Unións ríxidas nos tubos de formigón.

- **Unións flexibles con anel elastomérico:** Estas unións poden realizarse mediante boqueiras metálicas situadas nos extremos do tubo entre as que se aloxe o anel elastomérico, ou ben sen estas boqueiras,

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

colocando o anel directamente en contacto co formigón. Salvo no caso de baixas presións, é preferible dispor boqueiras para garantir a estanqueidade. En ambos casos a unión pode realizarse con remate en enchufe e extremo liso ou a media madera.

Para o correcto funcionamento destas boqueiras poden seguirse as especificacións das normas AWWA C300-97, C301-99, C302-95 e C303-97.

Se a superficie das boqueiras queda ao descuberto debe ser protexida fronte á corrosión mediante formigón, morteiro, ou outro revestimento adecuado. As desviacións angulares mínimas son as indicadas na táboa 4.

Se se empregan boqueiras metálicas os espesores mínimos recomendados da mesma son (UNE-EN 639:1995):

- Se $DN < 600\text{mm}$, espesor mínimo = 4mm.
- Se $600\text{mm} \leq DN < 1000\text{mm}$, espesor mínimo = 5mm.
- Se $DN > 1000\text{mm}$, espesor mínimo = 6mm.

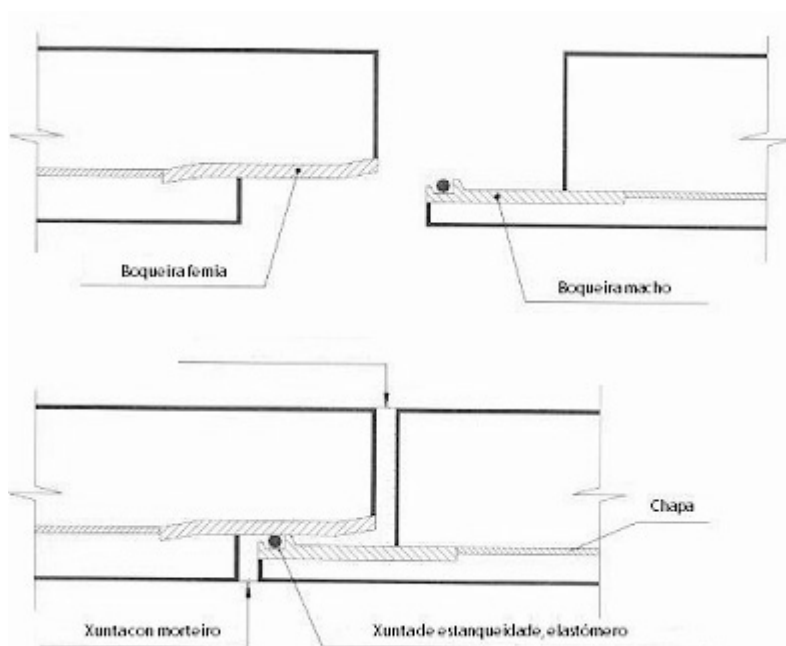


Figura 2. Unións flexibles nos tubos de formigón.

- **Unións axustables:** As desviacións angulares mínimas para este tipo de unións son as indicadas na táboa 4:

Táboa 4. Desviacións angulares admisibles mínimas en unións flexibles e axustables (UNE-EN 6639:1995)

DN	Unións flexibles	Unións axustables
$DN \leq 300$	3° 26'	1° 43'
$300 < DN \leq 600$	2° 18'	1° 09'
$600 < DN \leq 1000$	1° 09'	0° 34'
$DN > 1000$	1° 09' x 1000/DN	0° 34' x 1000/DN

5.- CÁLCULO MECÁNICO EN TUBAXES DE FORMIGÓN

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Nos tubos de formigón a hipótese pésima de carga e a solicitación condicionante adoitan responder a unha das combinacións de accións que aparecen na seguinte táboa:

Táboa 5. Hipótesis pésimas de carga e solicitacións condicionantes nos tubos de formigón.

		Combinación de accións	Solicitación determinante
Tubos aéreos	<i>Hipótese I</i>	Presión interna	Estado tensional
	<i>Hipótese II</i>	Accións gravitatorias	Estado tensional e deformacións
Tubos enterrados	<i>Hipótese I</i>	Presión interna	Estado tensional
	<i>Hipótese II</i>	Accións externas	Estado tensional
	<i>Hipótese III</i>	Presión interna e accións externas	Estado tensional

5.1.- Tubos aéreos

As principais comprobacións que deben facerse nos tubos de formigón instalados entre apoios son as seguintes:

- **Hipótese I: Presión interna (estado tensional)**

Nesta hipótese débese comprobar que a MDP non excede a presión para a que estea deseñado o tubo.

- **Hipótese II: Accións gravitatorias (estado tensional e deformacións)**

Para esta hipótese debe, por un lado, comprobarse que non se rebase os estados límites últimos nin os de servizo, de acordo co indicado na EHE. Por outro lado, tamén hai que verificar que a deformación producida nos tubos instalados entre apoios non supera a admisible, é dicir, a que fai que se alcancen as desviacións tolerables para as unións.

5.2.- Tubos enterrados

As principais comprobacións que se deben facer nos tubos de formigón instalados enterrados son:

- **Hipótese I: Presión interna (estado tensional)**

Nesta hipótese, ao igual que nos tubos aéreos, débese comprobar que a MDP non excede a presión para a que estea deseñado o tubo.

- **Hipótese II e III: Accións externas e acción conxunta da presión interna e das accións externas (estado tensional)**
- **Tubos de formigón armado sen camisa de chapa**

Os tubos deben dimensionarse para que, na hipótese pésima de carga, non se rebase os estados límites últimos nin de utilización, de acordo co indicado na EHE.

Neste caso a hipótese pésima de carga pode corresponder a situacións de tubaxe baleira (actuación única das accións externas, hipótese II) ou ade tubaxe en servizo (actuación conxunta de accións externas e presión interna, hipótese III).

O dimensionamento transversal dos tubos, recoméndase facer de acordo cos criterios que se indican a continuación

- **Tubos de formigón armado sen camisa de chapa**

Tanto o estado límite de rotura dunha sección (definido polo seu esgotamento resistente ou a súa deformación plástica excesiva) como o estado límite de aparición de fisuras (definido por un valor máximo da tensión de

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

tracción do formigón) comprobaranse nas seccións de base , riles e clave, de acordo coas súas respectivas solicitacións.

Adoptaranse como cuantías de armaduras transversais os valores máximos obtidos para o interior e o exterior destas seccións. Con respecto á fisuración, limítase a tensión de tracción do formigón na sección homoxeneizada do tubo ao valor de f_{ct}/C , sendo C un coeficiente de seguridade que depende principalmente do grao de control e da función da tubaxe e f_{ct} a resistencia a tracción do formigón. No *anexo 4 cálculo mecánico da IET-80*, figuran valores habituais do coeficiente de seguridade C.

– **Tubos de formigón armado con camisa de chapa**

Tanto o estado límite de rotura dunha sección (definido polo seu esgotamento resistente ou a súa deformación plástica excesiva) como o estado límite de aparición de fisuras (definido pola aparición da primeira fisura, neste caso de 0,20 mm de abertura e 0,30 m de lonxitude ininterrumpida) comprobaranse nas seccións de base , riles e clave, de acordo coas súas respectivas solicitacións.

Como cantidades de chapa e armadura transversal recoméndase tomar os valores máximos obtidos para o interior e o exterior destas seccións. Con respecto ao límite de fisuración controlada, debe cumprirse que a tracción de traballo do aceiro en servizo non supere o valor de 130 MPa, independentemente do valor límite elástico do aceiro.

Para os valores máximos dos diámetros das armaduras, dos espesores/ grosos de chapa e da cuantía, pódense tomar os que figuran no apartado b.2. do epígrafe 4 do *anexo 4 cálculo mecánico da IET-80*.

– **Tubos de formigón pretensado con camisa de chapa**

Unha vez rematadas as perdas debe comprobarse que este tipo de tubos cumpran as seguintes propiedades:

- Que o formigón estea sometido a unha compresión igual ou superior a 0,49 MPa≈0,50 MPa.
- A tensión no arame de pretensar non supere a tensión de zunchado.
- O formigón do revestimento non estea sometido a unha tracción superior á máxima admisible, f_{ct} .

No proceso de zunchado do núcleo, teranse en conta as seguintes condicións:

- Que, durante o zunchado, a tensión do arame non supere o 80 % do valor característico da carga unitaria de rotura do aceiro das armaduras activas (f_{max}).
- Que, nada máis rematar o zunchado, a forza de tesado proporcione ás armaduras activas unha tensión menor ou igual a 0,75 f_{max} .
- Que a compresión do formigón non supere o 60% da resistencia característica a compresión do formigón.
- Que na chapa non se supere o 80% do límite elástico característico do aceiro ($L_{2 min}$).
- Que a tracción lonxitudinal transitoria, producida durante o postensado transversal que non é absorbida pola resistencia admisible do formigón do núcleo, o sexa mediante a chapa.

Ademáis, no estado final de postensado a efectos de cálculo cumprírase, ademáis, que:

- Que o valor característico final de postensado adoptado (obtido unha vez reducidas todas as perdas) non sexa superior ao que corresponde a unha tensión nas armaduras activas igual a 0,60 f_{max} .

– **Tubos de formigón pretensado sen camisa de chapa**

Unha vez que rematen todas as perdas, deben comprobarse as condicións seguintes:

- O formigón estea sometido a unha compresión igual ou superior a 0,49 MPa≈0,50 MPa.
- A tensión no arame de pretensar non supere a tensión de zunchado.
- O formigón do revestimento non estea sometido a unha tracción superior á máxima admisible, f_{ct} .

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

No proceso de zunchado do núcleo, teranse en conta as seguintes condicións:

- Que durante o zunchado, a tensión do arame non supere $0,80 f_{ma}$.
- Que, nada máis rematar o zunchado, a forza de tesado proporcione ás armaduras activas unha tensión menor ou igual a $0,75 f_{max}$.
- Que a compresión do formigón do primario non supere o 60% da resistencia característica a compresión do formigón.
- Que a tracción lonxitudinal transitoria, producida durante o pretensado transversal que non é absorbida pola resistencia admisible do formigón do núcleo, séxao mediante as correspondentes armaduras lonxitudinais ou un pretensado lonxitudinal.

Ademáis, no estado final de pretensado a efectos de cálculo cumprírase, ademáis, que:

- Que o valor característico final de pretensado adoptado (obtido unha vez reducidas todas as perdas) non sexa superior ao que corresponde a unha tensión nas armaduras activas igual a $0,60 f_{max}$.

Ademáis, en xeral, para a hipótese mínima de carga a armadura lonxitudinal deste tipo de tubos dimensionarase para que sexa capaz de absorber, en parte, as traccións transitorias producidas durante o zunchado.

Cando, ademáis, a xuízo do proxectista como consecuencia das condicións de apoio , puideran resultar solicitacións significativas de flexión lonxitudinal sobre os mesmos, deberá comprobarse que non se rebasen os estados límites últimos nin os de utilización , de acordo co establecido nas normas EHE e na IET-80. Esta comprobación é máis importante canto maior é o diámetro do tubo.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

ITOHG-MAT-1/3

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE MATERIAIS

TÍTULO	FUNDICIÓN (MAT-1/3)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

FUNDICIÓN (MAT-1/3)

Data	23 de novembro de 2008		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Marta Sara Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións			

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- TIPOLOXÍA DE CONDUCCIÓN DE FUNDICIÓN DÚCTIL

2.1.- Segundo os usos habituais das conduccións da fundición dúctil

2.2.- Segundo os sistemas de unión

2.3.- Segundo os revestimentos

3.- TIPOS DE UNIÓN EN TUBAXES DE FUNDICIÓN DÚCTIL

4.- REVESTIMENTOS DA TUBAXE

5.- CÁLCULO MECÁNICO DE TUBAXES DE FUNDICIÓN DÚCTIL

5.1.- Hipótese pésima de carga nas canalizacións de fundición

5.2.- Estado tensional causado pola presión interior

5.3.- Deseño segundo o método simplificado da norma UNE-EN 545:2002 Estado tensional causado pola presión externa

1.- INTRODUCCIÓN

Podemos definir a fundición como unha aleación de ferro e carbono que contén habitualmente outros elementos (xeralmente silicio), sendo tal o contido de carbono que permita a formación dun eutéctico no momento da solidificación. Así, falamos de ferros cando o contido en carbono vai do 0 ao 0,1%, falamos de aceiro cando o contido en carbono vai do 0,1 ao 1,7 % e falamos de fundición cando o contido de carbono vai do 1,7 ao 5 %. A fundición dúctil é aquela na que o grafito preséntase principalmente en forma de esferas.

Os tubos de fundición dúctil están normalizados por UNE-EN hasta o valor de 2000 mm. Debido ás súas vantaxes entre as que se destacan o excelente comportamento dos mesmos ante a presión hidráulica interior e a acción das cargas externas, o seu campo de aplicación abarca tanto os diámetros pequenos, como os medianos e os grandes, con presións máximas de 3 ou 4 N/mm² e existe disponible unha gran gama de pezas especiais deste material.

Aínda que hai varios tipos de fundición, nas tubaxes só é posible empregar dúas: a fundición gris e a fundición dúctil. A segunda ten un límite elástico superior e unha maior resistencia ao impacto e a tracción, polo que na actualidade só se emprega este tipo dentro das tubaxes de fundición, aínda que hai moitas tubaxes antigas de fundición gris.

PROCEDEMENTOS DE FABRICACIÓN

Os procedementos de fabricación usuais dos tubos son:

- Colada por centrifugación en molde metálico.
- Colada por centrifugación en molde de area.
- Colada en molde de area.
- Colada en molde metálico.

Os procedementos de fabricación usuais das pezas especiais son:

- Colada en molde de area.
- Colada en molde metálico.

Trala colada, os tubos e pezas especiais poden ser sometidos, se é necesario, a un tratamento térmico para conseguir mellorar as características mecánicas esixidas.

2.- TIPOLOXÍA DE CONDUCCIÓN DE FUNDICIÓN DÚCTIL

Existen distintas tipoloxías de canalizacións de fundición dúctil atendendo a diferentes criterios, tales coma o destino da conducción, o sistema de unión ou os revestimentos empregados.

2.1.- Segundo os usos habituais das conducións da fundición dúctil

Atendendo ao tipo de auga transportada polas canalizacións de fundición dúctil, existen dúas grandes familias de conducións: as empregadas en redes de abastecemento e as destinadas aos sistemas de saneamento das poboacións.

As conducións para abastecemento veñen empregándose tradicionalmente en redes de auga potable, aínda que agora empréganse tamén en regadíos, transvasamento entre cuncas, etc mentres que as conducións de saneamento son máis recentes e se empregan en redes de sumidoiros.

Ademais destes dous destinos fábranse outras tipoloxías diferentes segundo o uso a que estea destinada a auga transportada, coma por exemplo canalizacións para ser empregadas expresamente en zonas regables, canalizacións deseñadas para o drenaxe das augas pluviais ou canalizacións para ser empregadas nas redes de alimentación dos cañóns

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Unha das propiedades da fundición dúctil, cada vez máis demandada polos usuarios é a posibilidade de diferenciar os distintos tipos de fundición pola cor do seu revestimento (por exemplo, as de abastecemento son negras ou azuis e as de saneamento, vermellas)

Ademais do emprego convencional das canalizacións de fundición dúctil para o transporte de auga, hoxe en día é posible utilizar estas conducións con outras finalidades coma constituír depósitos de regulación das augas pluviais ou coma tanques de almacenamento de auga ante incendios.

2.2.- Segundo os sistemas de unión

A forma máis habitual de unión entre as conducións é mediante enchufe e campá cun anel elastomérico, podendo disporse mediante xunta automática ou mecánica. Á súa vez, ambas poden levar ou non un dispositivo de acerroxado que lles permita resistir esforzos a tracción.

Outra tipoloxía de unión empregada sobretodo en instalacións especiais coma cámaras de válvulas é a xunta de bridas.

Cada un dos sistemas de unións mencionados fai que os tubos sexan diferentes en aspectos coma as dimensións, o aspecto exterior, a forma de instalación ou a capacidade de resistir presións hidráulicas.

2.3.- Segundo os revestimentos

Tamén podemos diferenciar as canalizacións de fundición en función dos revestimentos tanto exteriores como interiores con que se dispoñan.

O revestimento exterior adoita consistir nun recubrimento de zinc e un barniz bituminoso de cor negro nos tubos destinados a abastecemento e unha pintura epoxy vermella ou verde para os empregados en redes de saneamento ou rego, respectivamente.

Para conducións de auga potable tamén pode utilizarse como revestimento exterior unha capa de zinc aluminio cuberta dunha resina epoxy de cor azul.

O revestimento interior habitual é un morteiro de cemento de alto forno ou de cemento aluminoso para as conducións empregadas en redes de abastecemento ou de saneamento, respectivamente..

Ademais, en aplicacións especiais poden empregarse unha gran variedade de revestimentos exteriores coma recubrimentos plásticos.

Así, en función do revestimento empregado os tubos teñen diferentes aspectos coma aparencia, cor ou espesor da canalización.

3.- TIPOS DE UNIÓN EN TUBAXES DE FUNDICIÓN DÚCTIL

Os tipos de unións máis habituais en tubos de fundición dúctil son:

Unións flexibles: Entre elas distinguimos entre:

- **Unión de enchufe e extremo liso:** Obtén a estanqueidade pola compresión dun anel elastomérico.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

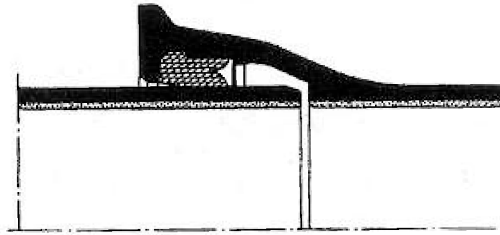


Figura 1. Unión de enchufe e extremo liso

- **Unión mecánica:** Os tubos a unir tamén están provistos de enchufe e extremo liso, pero neste caso a estanqueidade ven dada pola compresión do anel elastomérico cunha contrabrida apretada con bulóns apoiados no collarín externo do enchufe.

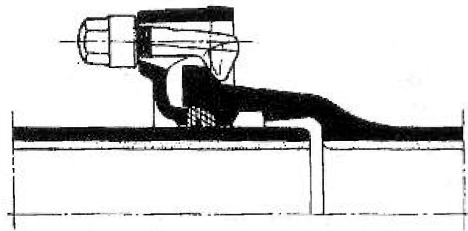


Figura 2. Unión mecánica

- **Unión acerroxada:** Similar ao mecánico, pero empregado cando o tubo vaia traballar a tracción.

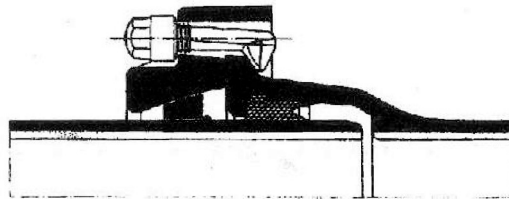


Figura 3. Unión acerroxada

Unións rixidas: Trátase dunha unión de bridas, que poden ser móbiles (soldadas ou roscadas) ou fixas (incorporadas), na que os tubos a unir están acabados con extremo liso.

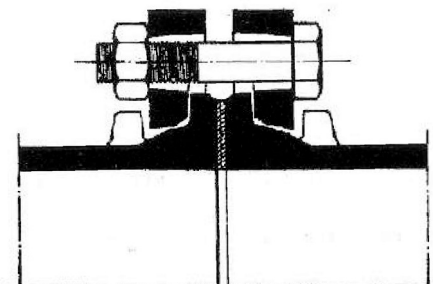


Figura 4. Unión con bridas móbiles

As unións deben ser conformes ao especificado na norma UNE-EN 545:1995. En xeral, todas deben cumprir as seguintes condicións:

- Resistir permanentemente e sen fugas a MDP do tramo de tubaxe da unión na hipótese máis desfavorable de desprazamentos angulares, radiais e axiais admisibles.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- Ser estancas a unha presión hidráulica interior de -90 MPa
- Resistir, sen entrada de auga, unha presión hidrostática exterior de 200MPa, cando se prevea o seu uso a máis de 5 metros de profundidade.

Ademais, nas unións flexibles, a desviación angular admisible non debe ser superior aos valores indicados na seguinte táboa.

Táboa 1. Mínima desviación admisible das unións axustables.(UNE-EN 545)

DN (mm)	Tipo de unión	
	Sen acerroxar	Acerroxadas
DN<300	3°30'	1°45'
350<DN<600	2°30'	1°15'
700<DN<2000	1°30'	45'

4.- REVESTIMENTOS DA TUBAXE

En xeral, os tubos e pezas especiais deben protexerse contra a corrosión. Recoméndase, para isto, seguir o especificado no “Manual de corrosión e protección de tubaxes” de AEAS (2001)

Os posibles sistemas de protección de tubaxes metálicas contra a corrosión son o recubrimento mediante revestimentos ou ben a protección catódica.

A protección catódica basease en garantir que a tubaxe sexa electricamente continua, polo que non deben instalarse unións flexibles xa que romperían dita continuidade. Isto non ocorre coa protección mediante revestimentos.

Así, a elección entre un sistema e outro soe ser unha mera cuestión económica. Nas tubaxes de fundición, que adoitan unirse con unión elástica, empréganse normalmente a protección mediante revestimentos.

Os revestimentos deben cubrir a totalidade dos contornos dos tubos e das pezas especiais, dando lugar a superficies lisas e regulares sen cavidades nin burbullas. Deben estar ben adheridos á fundición e se aplican tras realizar as probas de presión interna, tras comprobar que os tubos ou pezas especiais se atopan secos e sen óxido, area, ou outras impurezas.

Para elixir o tipo de revestimento a usar empregamos as seguintes táboas:

Táboa 2. Criterios de selección dos revestimentos exteriores de fundición en función da agresividade do terreo.

Agresividade do terreo	Tipo de revestimento exterior dos tubos
Terreos pouco corrosivos	Zinc metálico e pintura bituminosa de acabado
Terreos moi corrosivos	Zinc metálico, pintura bituminosa de acabado, manga de polietileno ou zinc-aluminio e pintura de acabado.
Terreos sumamente corrosivos	Poliuretano; zinc metálico; poliuretano extruído ou bandas adhesivas

Consideraremos terreos moi corrosivos aqueles cunha resistividade moi baixa (1500 ohm se é unha instalación por enriba do nivel freático e 2500 ohm por debaixo do NF), cun pH menor de 6 ou cun alto contido de sulfatos, cloruros ou sulfuros, ou se hai perigo de contaminación por vertidos orgánicos ou industriais...

Táboa 3. Criterios de selección dos revestimentos interiores de fundición en función da agresividade da auga transportada.

Agresividade da auga transportada	Tipo de revestimento interior dos tubos
Augas non agresivas	Morteiro de cemento portland
Augas agresivas	Morteiro de cemento resistente aos sulfatos
Augas sumamente agresivas	Morteiro de cemento aluminoso Poliuretano

A clasificación da auga segundo a súa agresividade se indica na seguinte táboa:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Táboa 4. Criterios de selección dos revestimentos interiores de fundición en función da agresividade da auga transportada(UNE-EN 545)

Característica	Augas non agresivas	Augas agresivas	Augas sumamente agresivas
Valor mínimo de pH	6	5,5	4
Contenido máximo (mg/l) en:			
CO ₂ agresivo	7	15	Non limitado
Sulfatos (SO ₄ ⁻)	400	3000	Non limitado
Magnesio (Mg ⁺⁺)	100	500	Non limitado
Amonio (NH ₄ ⁺)	30	30	Non limitado

5.- CÁLCULO MECÁNICO DE TUBAXES DE FUNDICIÓN DÚCTIL

O deseño mecánico ten por obxecto seleccionar a clase de espesor necesaria.

5.1.- Hipótese pésima de carga nas canalizacións de fundición

En xeral, en fundición a hipótese pésima de carga e a solicitação condicionante, adoita corresponder a algunha das combinacións de accións indicadas na táboa 5.

Táboa 5. Mínima desviación admisible das unións axustables.

		Combinación de accións	Solicitação determinante
Tubos aéreos	Hipótese I	Presión interna	Estado tensional
	Hipótese II	Accións gravitatorias	Estado tensional e deformacións
Tubos enterradas	Hipótese I	Presión interna	Estado tensional
	Hipótese II	Accións externas	Deformacións

Tubos aéreos

As comprobacións que debemos facer neste tipo de tubos son:

- Hipótese I: Presión interna (Estado tensional)

Na hipótese de actuación única da presión interna da auga, debe comprobarse que dita presión produce un estado tensional inferior ao admisible para un DN e un e de tubo determinados. Isto comprobarase coas seguintes expresións:

$$DP \leq \frac{2e \cdot R_m}{D_m \cdot C_1} \qquad MDP \leq \frac{2e \cdot R_m}{D_m \cdot C_2}$$

Onde:

DP e MDP: Presión de deseño e máxima de deseño, en MPa

e: Espesor da parede do tubo, en mm

D_m: Diámetro medio do tubo, en mm

D_m=OD-e

OD: Diámetro exterior do tubo, en mm

R_m: Resistencia mínima a tracción. R_m= 420 MPa

C₁: Coeficiente de seguridade para DP. C₁=3

C₂: Coeficiente de seguridade para MDP. C₂=2,5

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

As presións que esgotan os tubos unidos con bridas veñen limitadas pola PN das bridas e non polo tubo como tal.

- Hipótese II: Accións gravitatorias (Estado tensional e deformacións)

Hai que comprobar que a tensión e a deformación máxima non superan as admisibles. A tensión admisible é 330 MPa e a deformación admisible a que fai que se alcancen as desviacións angulares tolerables das unións.

Ademais destas comprobacións, en tubos apoiados debe verificarse que, para a hipótese pésima de carga, as tensións producidas nas zonas de apoios, bifurcacións, derivacións, etc, debidas ás reaccións nas mesmas, non superan as admisibles. Tanto esta comprobación como a da hipótese II, perden interés canto menores son os diámetros.

Tubos enterrados

As principais comprobacións que deben facerse neste caso son:

- Hipótese I: Presión interna (estado tensional)

A comprobación dos tubos enterrados sometidos á acción única da presión hidráulica interior é como no anterior caso dos tubos aéreos.

- Hipótese II: Accións externas (deformacións)

Débase comprobar que, actuando unicamente as accións externas, a deformación máxima debida á flexión transversal non supera a admisible.

Esta comprobación da deformación máxima producida por flexión transversal nos tubos enterrados pode realizarse nunha primeira aproximación, coa metodoloxía indicada no anexo f da norma UNE-EN 545:1995, segundo o cal os valores da deformación diametral admisibles que figuran na táboa 6 garanten que o revestimento interior do mortero de cemento non sufra danos e que a tensión no tubo non supere o seu valor admisible.

De todos xeitos, dentro das tubaxes enterradas poderíamos dividir entre as de comportamento flexible (diámetro grande), que habería que comprobar como acabamos de dicir e as de comportamento ríxido (diámetro pequeno). Coas tubaxes de comportamento ríxido e diámetro pequeno, as hipóteses son:

- Hipótese I: Presión interna (estado tensional) Igual que nos tubos de diámetro grande.
- Hipótese II: Accións externas (estado tensional)

Sen embargo, neste caso, a comprobación de que o estado tensional causado polas accións externas non supera o admisible, pode substituírse pola comprobación de que as deformacións causadas por ditas cargas externas non excedan os valores da táboa1, xa que vai implícito nestes valores que as tensións na parede sexan admisibles.

Así, tubos enterrados de fundición basta con comprobar o estado tensional producido pola sola acción da presión interna ou as deformacións causadas na hipótese de actuación única das accións externas.

Táboa 6. Deformacións diametrais admisibles nos tubos de fundición (UNE-EN 545)

DN	Deformación admisible (%)
40	0,45
50	0,55
60	0,65
65	0,70
80	0,85
100	1,05
125	1,30
150	1,55
200	1,90
250	2,20

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

300	2,50
350	2,70
400	2,90
450	3,05
500	3,25
600	3,55
700	3,75
800	4,00
900	4,00
1000	4,00
1100	4,00
1200	4,00
1400	4,00
1500	4,00
1600	4,00
1800	4,00
2000	4,00

5.2.- Estado tensional causado pola presión interior

Nas condicions de fundición, as presións características do material poden determinarse como:

$$PFA = \frac{2eR_m}{D_m C_{DP}} \qquad PMA = \frac{2eR_m}{D_m C_{MDP}}$$

Onde:

e: Espesor da parede do tubo, en mm.

e_n: Espesor nominal da parede do tubo, en mm.

T: Tolerancia máxima

T=1,3+0,001*DN, si e>5mm; 1,3mm, si e<5mm.

D_m: Diámetro medio do tubo, en mm.

OD: Diámetro exterior do tubo, en mm.

R_m: Resistencia á tracción da fundición.

C_{DP}: Coeficiente de seguridade ante a actuación da DP. (C_{DP}=3)

C_{MDP}: Coeficiente de seguridade ante a actuación da MDP (C_{MDP}=2,5)

A presión de proba admisible calcúlase como:

$$PEA = 5 + PMA \text{ (Menos cando } PFA=64 \text{ bar, que } PEA=1,5*PFA)$$

A comprobación do estado tensional do tubo ante a acción da presión hidráulica interior, faise, do modo habitual, comprobando que:

$$\begin{aligned} PFA > DP \\ PMA > MDP \\ PEA > STP \end{aligned}$$

5.3.- Deseño segundo o método simplificado da norma UNE-EN 545:2002 Estado tensional causado pola presión externa

Este método emprégase para a comprobación da segunda hipótese pésima de carga nas canalizacións de fundición dúctil, poidéndose empregar, de xeito simplificado, o método descrito no anexo G da norma UNE-EN 545. Este, baséase no cálculo da ovalización segundo a fórmula de Spangler:

$$\Delta = \frac{100 \cdot K \cdot (P_e + P_t)}{8 \cdot S + f \cdot E_s}$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Onde:

Δ : Ovalización do tubo (%)

K: Coeficiente de apoio.

P_e : Presión debida á carga das terras (kN/m²)

P_t : Presión debida ás cargas rodantes (kN/m²)

S: Rixidez diametral do tubo (kN/m²)

f: Factor de presión lateral.

E_s : Módulo de reacción do solo (kN/m²)

A ovalación non debe sobrepasar a ovalización admisible definida na táboa 6 (UNE-EN 545, anexo C).

A presión debida a cargas das terras, P_e , repartida uniformemente ao longo da xeratriz superior do tubo sobre unha distancia igual ao diámetro exterior, defínese coa seguinte fórmula:

$$P_e = \gamma \cdot H$$

Onde:

P_e : Presión debida á carga das terras (kN/m²)

γ : Peso específico do recheo (kN/m²)

H: Altura de cobertura (m)

A presión debida ás cargas rodantes, P_t , repartida uniformemente ao longo da xeratriz superior do tubo sobre unha distancia igual ao diámetro exterior, calcúlanse coa seguinte expresión:

$$P_t = 40 \cdot (1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot DN) \cdot \frac{\beta}{H}$$

Onde:

DN: Diámetro nominal (m)

β : Coeficiente de cargas rodantes.

O módulo de reacción do solo, E_s , depende da natureza do solo empregada na zona do tubo e das condicións de instalación:

$$E_s = \frac{4000 \cdot K}{\Delta \cdot f} \cdot \left[\frac{\beta}{H} (1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot DN) + 0,5 \cdot H \right] - \frac{8 \cdot S}{f}$$

Onde:

Δ : Ovalización admisible (UNE-EN 545, tabla 6)

S: Rixidez diametral do tubo (kN/m²)

f: Factor de presión lateral.

K: Coeficiente de apoio.

β : Coeficientes de cargas rodantes.

Para estes parámetros, empregamos os seguintes valores:

– **K:**

Depende da distribución de tensións do solo no nivel da xeratriz superior do tubo sobre unha distancia igual ao diámetro exterior e no nivel da xeratriz inferior do tubo sobre unha distancia correspondente ao ángulo 2α . Normalmente está entre 0,11 (para $2\alpha=20^\circ$, tubaxe simplemente apoiada) e 0,09 (para $2\alpha=120^\circ$).

– **γ :**

Normalmente suponse igual a 20 kN/m², a non ser que o peso específico real do recheo sexa superior a 20 kN/m².

– **β :**

Empréganse os valores indicados na táboa 7:

Táboa 7. Coeficiente de cargas rodantes (UNE-EN 545)

Tipo de cargas rodantes	β
Cargas rodantes particularmente elevadas	2,00
Zonas de circulación con carreteras principais	1,50
Zonas de circulación con carreteras de acceso ou cando o tráfico de pesados estea prohibido	0,75
Zonas rurais	0,50

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

– **f:**
É igual a 0,061.

– **Es:**
Empréganse os valores indicados na táboa 8:

Táboa 8. Valores do módulo de reacción do solo (UNE-EN 545)

Nivel de compactación	Es (kN/m²)
Compactado casi nulo	1
Compactado débil	2
Compactado bo	5

ITOHG-MAT-1/4

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE MATERIAIS

TÍTULO	POLIESTER REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRO (PRFV) (MAT-1/4)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

POLIESTER REFORZADO CON FIBRAS DE VIDRO(PRFV) (MAT-1/4)

Data	23 de novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Marta Sara Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións			

ÍNDICE

-
- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE PRFV
 - 3.- TIPOS DE UNIÓNS
 - 4.- CÁLCULO MECÁNICO DE TUBAXES DE PRFV
 - 5.1.- *Tubos aéreos*
 - 5.2.- *Tubos enterrados*
-

1.- INTRODUCCIÓN

O obxecto da presente instrucción é dar a coñecer a tipoloxía, obtención, propiedades e comportamento das tubaxes de PRFV e definir o cálculo e instalación destas.

Dentro dos materiais plásticos hai dous grandes grupos: Os termoplásticos e os termoestables. Os **termoplásticos** destacan pola súa característica de poder cambiar varias veces a súa forma pola acción combinada de temperatura e presión (reblandecen cando a temperatura se eleva e endurece ao enfriarse). O seu proceso de reblandecemento comeza a temperaturas relativamente baixas (entre 60 e 120 °C), o que restrinxe a súa aplicación. Estes materiais conteñen pequenas cantidades de aditivos cando se empregan en fabricación de tubaxes. Entre os materiais termoplásticos empregados en tubaxes están o PVC-U, o PP e o PE.

Os materiais **termoestables** non cambian de forma e teñen, en xeral, mellores propiedades mecánicas a elevadas temperaturas que os termoplásticos. Dos materiais plásticos empregados en tubaxes, é termoestable o poliéster reforzado con fibra de vidro (PRFV).

Os tubos de PRFV son de tipo heteroxéneo e están normalizados por UNE ata diámetros de 2400 mm e presións de 3,2 N/mm².

Os procedementos de fabricación dos tubos adoitan ser arrollamento mecánico sobre mandril, centrifugación ou contacto e os das pezas especiais, moldeo por contacto, moldeo mecanizado ou fabricación por soldadura de anacos de tubo.

Este tipo de tubos constitúen unha única peza estrutural cun espesor dividido en tres partes diferenciadas:

- **Revestimento interior:** Cunha función de garantir as características hidráulicas, químicas e a resistencia á abrasión do tubo. Pode ser de resina termoestable ou de resina plástica.
- **Parte estrutural:** Constituída por resina termoestable, fibra de vidro e, ás veces, carga estrutural de area silíceo ou outro material inerte, ten como función soportar os esforzos mecánicos aos que a condución estará sometida.
- **Revestimento exterior:** A súa función é garantir a protección exterior do tubo. Está constituído por resina termoestable e, no seu caso, cargas ou aditivos que garantan as súas propiedades ou áridos e con ou sen un reforzo de vidro ou de filamentos sintéticos.

2.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE PRFV

- **Diámetro nominal, DN:** Nos tubos de PRFV a designación xenérica DN refírese, aproximadamente, ao diámetro interior (ID), se ben estes tubos poden fabricarse baixo dúas series, A e B. Fixando un valor do DN, na serie A os aumentos de espesor obtéñense por variación do OD (ID fixo), mentres que na serie B o que varía é ID (e OD é fixo).
- **Presión nominal, PN:** É o valor que coincide coa DP a longo prazo á temperatura de 35 °C. Na seguinte táboa podemos ver os valores de PFA e PMA en función de PN.

Táboa 1. PFA e PMA en función da PN nos tubos de PRFV (AWWA C-950-88)

PN	PFA (MPa)	PMA (MPa)
4	0,40	0,56
6	0,60	0,84
10	1,00	1,40
12,5	1,25	1,75
16	1,60	2,24
20	2,00	2,80
25	2,50	3,50
32	3,20	4,48

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- **Rixidez circunferencial específica (S_c):** Característica mecánica do tubo que representa a súa rixidez a flexión transversal por unidade de lonxitude do mesmo a curto ou a longo prazo. Defínese mediante a expresión:

$$S_c = \frac{EI}{D_m^3}$$

Onde:

S_c : Rixidez circunferencial específica, en MPa.

E: Módulo de elasticidade a flexión circunferencial, en MPa.

I: Momento de inercia da parede por unidade de lonxitude ($I=e^3/12$, en mm)

e: Espesor nominal da parede do tubo, en mm.

EI: Factor de rixidez transversal, en Nxmm.

D_m : Diámetro medio teórico ($D_m=DN+e$ ou $OD-e$, segundo sexa serie A ou B), en mm.

- **Rixidez nominal (SN):** Os valores normalizados segundo a norma UNE- 53323:2001 EX son os seguintes:

2000-2500-4000-5000-8000-10000

- **Rixidez a curto prazo (S_0):** Debe ser, polo menos, o valor de SN.
- **Rixidez aos 50 anos de tubo (S_{50}):** Deberá ser declarada polo fabricante, aínda que adoita ser da orde do 40% da inicial.
- **Factor de fluencia:** Parámetro adimensional obtido dividindo a S a longo prazo e a S inicial.
- **Resistencia a tracción da parte estrutural do tubo:** Tanto a curto como a longo prazo ($\sigma_{r,0}$ e $\sigma_{r,50}$, respectivamente), deberá ser declarado polo fabricante, aínda que adoita oscilar entre 50 e 150 MPa.
- **Resistencia ao ataque químico:** Os tubos de PRFV contan cunha excelente resistencia ao ataque químico.

Con respecto ás características físicas, as do PRFV a curto prazo deben ser:

- **Densidade:** Como mínimo, 1,80 kg/dm³. Trátase de tubos lixeiros, o que constitúe unha vantaxe.
- **Contido en fibra de vidro:** Máis do 10% en peso.
- **Dureza Barcol:** Máis do 80% do valor correspondente á resina empregada, sendo o incremento de dureza inferior ao 15% do valor inicial.

3.- TIPOS DE UNIÓNS

Entre os tipos de unións que se empregan nos tubos e pezas especiais de PRFV, as máis habituais son:

Unións rixidas

- Con bridas (fixas ou móbiles)



Figura 1. Unión embridada en tubo de PRFV.

- Encoladas (ou pegadas), que se levan a cabo mediante adhesivos especiais.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- Vendadas a tope (ou laminadas), que se unen mediante a propia resina de poliéster reforzando a unión con fibras de vidro.

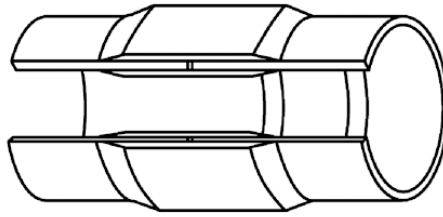


Figura 2. Unión laminada en tubo de PRFV.

Unión flexibles

- Con enchufe e extremo liso con anel elastomérico (en ocasións é un dobre anel)

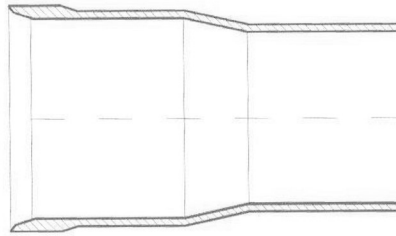


Figura 3. Unión mediante enchufe de campá en tubo de PRFV.

- Con manguitos e elemento de estanqueidade (tamén dobre anel)

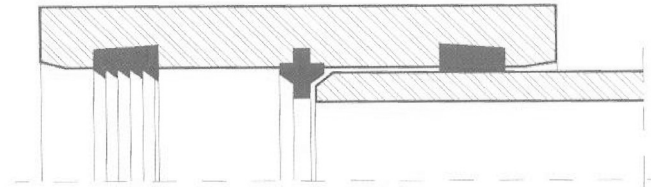


Figura 4. Unión mediante manguito en tubo de PRFV.

- Autotrabada, cando se prevexan esforzos de tracción.

No caso de unións flexibles a desviación angular admisible non debe ser superior aos valores indicados na seguinte táboa:

Táboa 2. Desviacións angulares máximas das unións flexibles (UNE 53323:2001 EX)

DN	Desviación angular mínima
DN≤500	3°
500<DN≤900	2°
900<DN≤1800	1°
DN>1800	0,5°

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

O movemento axial debe ser sempre inferior ao 0,3% da lonxitude dos tubos a unir.

Os tubos de PRVC adoitan ser tramos de 6 ou 12m, polo que poden contar con poucas unións. Isto trae consigo varias vantaxes:

- Reduce o tempo de instalación.
- Reduce os custos de transporte, ao aumentar o número de tubaxes que caben en cada vehículo.
- Menor risco de infiltracións e exfiltracións.

4.- CÁLCULO MECÁNICO DE TUBAXES DE PRFV

O método de cálculo recomendado para o dimensionamento mecánico dos tubos de PRFV é o que figura no manual AWWA M45.

Neste tipo de tubaxes, a hipótese pésima de carga e a solicitación condicionante adoita corresponder con algunha das combinacións de accións indicadas na seguinte táboa:

Táboa 3. Hipóteses pésimas de carga e solicitacións condicionantes nos tubos de PRFV.

		Combinación de accións	Solicitación determinante
Tubos aéreos	<i>Hipótese I</i>	Presión interna positiva	Estado tensional
	<i>Hipótese II</i>	Presión interna negativa	Pandeo ou colapsado
Tubos enterrados	<i>Hipótese I</i>	Presión interna positiva	Estado tensional
	<i>Hipótese II</i>	Accións externas	Estado tensional e deformacións
	<i>Hipótese III</i>	Accións externas e presión interna positiva	Estado tensional
	<i>Hipótese IV</i>	Accións externas e presión interna negativa	Pandeo ou colapsado

5.1.- Tubos aéreos

As principais comprobacións que deben facerse nos tubos de PRFV instalados entre apoios son:

- **Hipótese I: Presión interna positiva (estado tensional)**

Nesta hipótese débese comprobar que a DP e a MDP non exceden os valores de PFA e PMA indicados na táboa 1 segundo a PN do tubo.

Támén hai que comprobar que o alongamento unitario producido (ϵ_{pr}) sexa inferior ao 0,65 %, minorado por un coeficiente de seguridade C de 1,8. Isto verificase mediante a seguinte ecuación:

$$\epsilon_{pr} = 100 \cdot \frac{MDP(OD - e)}{2Ee_r} < \frac{0,65}{1,80}$$

Onde:

ϵ_{pr} : Alongamento unitario debido á presión interior positiva, en %.

OD: Diámetro exterior do tubo, en mm.

e: Espesor da parede do tubo, en mm.

e_r : Espesor da parte estrutural da parede do tubo, en mm.

E: Módulo de elasticidade, en MPa.

MDP: Presión máxima de deseño, en MPa.

- **Hipótese II: Presión interna negativa (pandeo ou colapsado)**

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Neste caso debe comprobarse que o coeficiente de seguridade C fronte ao colapso por aboladura ou pandeo sexa polo menos 2.

Isto verificase coa seguinte expresión:

$$C = \frac{P_{crit}}{P_v} \geq 2$$

Onde:

P_{crit} : Carga crítica de pandeo, en MPa, calculada, por exemplo, mediante a expresión de Levy:

$$P_{crit} = \frac{2E}{1-\nu^2} \left(\frac{e}{D_m} \right)^3$$

Onde:

E: Módulo de elasticidade do material da tubaxe, en MPa.

ν : Coeficiente de Poisson do material da tubaxe.

e: Espesor do tubo, en mm.

D_m : Diámetro medio do tubo, en mm.

P_v : Depresión debida a posibles golpes de ariete, succións, etc, en MPa.

C: Coeficiente de seguridade, ≥ 2 .

5.2.- Tubos enterrados

As principais comprobacións que se deben facer para tubos de PRFV instalados enterrados son:

- **Hipótese I: Presión interna positiva (estado tensional)**

A comprobación que hai que facer neste caso é igual que na hipótese I do caso anterior.

- **Hipótese II: Accións externas (estado tensional e deformacións)**

Nesta hipótese débese comprobar que a deformación vertical non excede o 5% do DN do tubo. Pódese comprobar isto mediante a fórmula de Spangler:

$$\delta = 100 \frac{K_a (K_e + 1,5W_t)}{8SN + 0,01E'S_s} < 5$$

Onde:

δ : Deformación producida no tubo, en %.

K_a : Coeficiente de factor de apoio. Os valores habituais para este parámetro son:

Ángulo de apoio $2\alpha=20^\circ$ $K_a=0,110$

Ángulo de apoio $2\alpha=45^\circ$ $K_a=0,105$

Ángulo de apoio $2\alpha=60^\circ$ $K_a=0,102$

Ángulo de apoio $2\alpha=120^\circ$ $K_a=0,090$

Ángulo de apoio $2\alpha=180^\circ$ $K_a=0,083$

S_s : Factor combinado de soporte do solo. Os valores deste factor veñen determinados na seguinte táboa:

Táboa 4. Factor combinado de soporte do solo, S_s , en tubos de PRFV.

E'/E_s	b/DN=1,5	b/DN=2,0	b/DN=2,5	b/DN=3,0	b/DN=4,0	b/DN=5,0
0,1	0,15	0,30	0,60	0,80	0,90	1,00
0,2	0,30	0,45	0,70	0,85	0,92	1,00
0,4	0,50	0,60	0,80	0,90	0,95	1,00

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

0,6	0,70	0,80	0,90	0,95	1,00	1,00
0,8	0,85	0,90	0,95	0,98	1,00	1,00
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,5	1,30	1,15	1,10	1,05	1,00	1,00
2,0	1,50	1,30	1,15	1,10	1,05	1,00
3,0	1,75	1,45	1,30	1,20	1,08	1,00
>5,0	2,00	1,60	1,40	1,25	1,10	1,00

Onde:

E': Módulo de reacción do solo. É frecuente adoptar os seguintes valores, segundo sexa a compactación do terreo.

Táboa 5. Valores de E' segundo sexa a compactación do terreo.

Tipo de terreo	E' (Pa)
Terreo ben compactado	5x10 ⁶
Terreo con compactación media	2x10 ⁶
Terreo con mala compactación	1x10 ⁶

E_s: Módulo de elasticidade do solo natural, en Pa.

b: Ancho da gabia.

W_e e W_t: Cargas debidas ao peso das terras e ao tráfico, respectivamente, en Pa.

SN: Rixidez nominal do tubo, en Pa.

Para calcular as cargas debidas ao peso das terras e ao tráfico (W_e e W_t), poderán seguirse as seguintes indicacións:

Cargas debidas ao peso das terras, W_e

Neste tipo de tubaxes é habitual calcular a W_e segundo a teoría de Marston, sen considerar ningún coeficiente redutor, o que supón unha seguridade adicional:

$$W_e = \gamma \cdot H$$

Onde:

γ: Peso específico do recheo, en Pa. Pode tomarse, por defecto, 20 Pa.

H: Altura de terras sobre a clave do tubo, en m.

Cargas debidas ao tráfico, W_t

Para o cálculo de sobrecargas puntuais debidas ao tráfico, pode empregarse a seguinte formulación (manual AWWA M45).

$$W_t = 10^{-6} \frac{P_{rd} I_f}{L_1 L_2}$$

Onde:

H: Profundidade de enterramento, en m.

P_{rd}: Carga por roda, en N.

I_f: Factor de impacto

I_f=1,0, se H>0,91m

I_f=1,1, se H<0,91m

$$L_1 = 0,253 + 1,75H$$

$$L_2 = \frac{13,31 + 1,75H}{8}, \text{ se } H > 0,756\text{m}$$

$$L_3 = 0,59 + 1,75H, \text{ se } H < 0,756\text{m}$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Ademais débese comprobar que, supoñendo unha deformación circunferencial igual á máxima admisible (5%), o alongamento unitario (ϵ_b) sexa inferior ao 1,30%, minorado por un coeficiente de seguridade C de 1,5. Isto pode verificarse mediante a seguinte expresión:

$$\epsilon_b = 100 \left[1 - \frac{MDP}{3} \right] \left[\frac{5e\delta_{\max}}{OD - e} \right] < \frac{1,3}{1,5}$$

Onde:

ϵ_b : Alongamento unitario debido á acción das cargas externas, en %.

δ_{\max} : Deformación vertical máxima debida ás cargas externas, =0,05.

OD: Diámetro exterior do tubo, en mm.

e: Espesor nominal do tubo, en mm.

MDP: Presión máxima de deseño, en MPa.

– **Hipótese III: Accións externas e presión interna positiva (estado tensional)**

Debo comprobarse que non se excede o estado tensional límite. Isto compróbase coas seguintes expresións (Manual AWWA M45):

$$\frac{\epsilon_{pr}}{0,65} \leq \frac{1 - \epsilon_b}{1,3}$$

$$\frac{\epsilon_b}{1,3} \leq \frac{1 - \epsilon_{pr}}{0,65}$$

– **Hipótese IV: Accións externas e presión interna negativa (pandeo ou colapsado)**

Nesta hipótese debe comprobarse que o coeficiente de seguridade C fronte ao pandeo sexa polo menos 2,5 ou 3, o cal pode comprobarse mediante a seguinte expresión:

$$C = \frac{P_{crit}}{q_e} \geq 2,5 \text{ ou } 3$$

Onde:

P_{crit} : Carga crítica de pandeo, en MPa. Recoméndase calcularse mediante a expresión de Luscher:

$$P_{crit} = \sqrt{32 f_f B' E' \frac{EI}{D_m^3}}$$

Onde:

I: Momento de inercia da parede da tubaxe, en mm^3 ($I = e^3/12$)

E' : Módulo de reacción do solo, en MPa.

B' : Coeficiente de orixe empírico, de valor:

$B' = 0,015 + 0,041(H/D_m)$, se $H/DN < 5$

$B' = 0,150 + 0,014(H/D_m)$, se $H/DN > 5$,

Sendo:

H: Altura de terras por enriba da clave do tubo, en mm.

D_m : Diámetro medio do tubo, en mm.

f_f : Factor de flotación,

$$f_f = 1 - 0,33 \frac{H_w}{H}$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

H_w : Altura do nivel freático sobre o tubo, en mm.

q_e : Accións totais, en MPa. Cálculanse mediante a expresión:

$$q_e = \gamma_w H_w + f_f \frac{W_e}{DN} + \frac{W_t}{DN} + P_v$$

γ_w : Peso específico da auga, en MPa.

DN: Diámetro nominal do tubo, en mm.

P_v : Depresión interna debida a posibles golpes de ariete, succións, etc, en MPa.

Moitas veces a acción conxunta das cargas concentradas W_t e a depresión interna P_v é pouco probable. Nestes casos as accións externas totais poden calcularse mediante a expresión do manual AWWA M11:

$$q_e = \gamma_w h_w + f_f \frac{W_e}{DN} + \frac{W_t}{DN}$$

Neste caso o valor de C será, como mínimo 2,5 se $H/DN > 2$ ou 3,0 se $H/DN < 2$.

O procedemento de cálculo mecánico exposto nesta instrución é o recollido nas normas AWWA. Sen embargo, existen outros procedementos de cálculo para estes tubos como por exemplo o da norma ATV 127:2000. No documento ISO/TR 10465-2:1999, compáranse os resultados obtidos con ambas metodoloxías.

ITOHG-MAT-1/5

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE MATERIAIS

TÍTULO	POLIETILENO(PE) E POLIPROPILENO(PP) (MAT-1/5)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

POLIETILENO(PE) E POLIPROPILENO(PP) (MAT-1/5)

Data	23 de novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Marta Sara Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións			

ÍNDICE

1.- OBXECTO

2.- CARACTERÍSTICAS DO POLIETILENO E DO POLIPROPILENO

- 2.1.- *Características xerais do polietileno*
- 2.2.- *Características mecánicas dos tubos de polietileno*
- 2.3.- *Características físicas dos tubos de polietileno*
- 2.4.- *Características químicas e biolóxicas dos tubos de polietileno*
- 2.5.- *Características térmicas*
- 2.6.- *Características eléctricas*
- 2.7.- *Comparativa das características do polietileno coas do polipropileno*

3.- SISTEMAS DE UNIÓN

4.- DESEÑO MECÁNICO

- 4.1.- *Hipótese I: Presión interna positiva (estado tensional)*
- 4.2.- *Hipótese II: Accións externas e presión interna positiva (estado tensional e deformacións)*
- 4.3.- *Hipótese III: Accións externas (estado tensional e deformacións)*
- 4.4.- *Hipótese IV: Accións externas e presión*
- 4.5.- *Programa de cálculo*

1.- OBXECTO

O obxecto da presente instrución é dar a coñecer a tipoloxía, obtención, propiedades e comportamento das tubaxes de polietileno (PE) e polipropileno(PP) e definir o cálculo e instalación destas.

Dentro dos materiais plásticos hai dous grandes grupos: Os termoplásticos e os termoestables.

Os **termoplásticos** destacan pola súa característica de poder cambiar varias veces a súa forma pola acción combinada de temperatura e presión (reblandecen cando a temperatura se eleva e endurece ao enfriarse). O seu proceso de reblandecemento comeza a temperaturas relativamente baixas(entre 60 e 120 °C), o que restrinxen a súa aplicación. Estes materiais conteñen pequenas cantidades de aditivos cando se empregan en fabricación de tubaxes. Entre os materiais termoplásticos empregados en tubaxes están o PVC-U, o PP e o PE.

Os materiais **termoestables** non cambian de forma e teñen, en xeral, mellores propiedades mecánicas a elevadas temperaturas que os termoplásticos. Dos materiais plásticos empregados en tubaxes, é termoestable o poliéster reforzado con fibra de vidro (PRFV).

Os dous materiais que se tratan nesta instrución son materiais termoplásticos

2.- CARACTERÍSTICAS DO POLIETILENO E DO POLIPROPILENO

2.1.- Características xerais do polietileno

Neste apartado faremos referencia a algunhas características do polietileno:

- **Densidade:** A densidade do polietileno oscila entre 0,93 e 0,96 g/cm³. As propiedades físicas relacionadas coa densidade son a rixidez (que aumenta), a dureza (que aumenta) e a resistencia térmica (que tamén aumenta). Tal valor da densidade, menor que a da auga, fai que, ao flotar, sexan fáciles de manexar e transportar, aínda que tamén, no deseño de instalacións enterradas co nivel freático elevado, deba terse en conta a posible flotabilidade dos tubos.
- **Peso molecular:** Queda determinado pola lonxitude das cadeas que conforma no polímero, que é independente da presión empregada no proceso de polimerización. Ao aumentar, aumenta nas propiedades mecánicas de resistencia a tracción, módulo de elasticidade ou resistencia ao choque, pero dificúltase a procesabilidade e diminúe a fluidez.
- **Estrutura molecular:** A maioría dos polímeros comerciais conteñen moléculas de peso molecular moi disperso. A distribución molecular defínese como a relación entre o peso molecular medio en número de macromoléculas e o peso molecular medio en peso de macromoléculas. Oscila xeralmente entre 5 e 25. Esta distribución afecta mellorando o comportamento a cizalladura, procesabilidade, resistencia ao impacto a baixas temperaturas, a fabricación por extrusión... e empeora a fabricación por inxección, a resistencia ao choque, á deformación ou o alongamento a tracción. A estrutura dos polímeros pode ser máis ou menos ramificada. No polietileno, unha taxa elevada de ramificacións en cadeas longas aumenta a viscosidade con baixa taxa de cizallamento e aumenta a procesabilidade en estado fundido. Mentres, unha taxa baixa de ramificacións en cadeas longas aumentan a viscosidade con alta taxa de cizallamento e aumentan a resistencia á fisura baixo tensión.
- **Índice de fluidez (MFR):** Cando o índice de fluidez aumenta, diminúe o peso molecular, diminúe a resistencia ao impacto (dureza), diminúe o módulo de elasticidade e aumenta a permeabilidade.
- **Cristalinidade:** O polietileno cristaliza ao enfriar a masa fundida e a cristalización resulta máis efectiva canto máis cortas sexan as cadeas e menor o seu grao de ramificación. O grao de cristalización do polietileno oscila entre o 35% e o 80%.

2.2.- Características mecánicas dos tubos de polietileno

- **Comportamento fronte os esforzos de tracción:** O polietileno, ao ser un material viscoelástico, vai plastodeformándose co tempo a temperatura ambiente e baixo unha carga relativamente baixa e cando a carga deixa de actuar as pezas recuperan a súa forma orixinal mellor ou peor en función do tempo e temperatura aos que fora sometida. Se se recupera a forma inicial, fálase de deformación elástica e se no, de plástica.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Así, as tres variables fundamentais dun material plástico a estes efectos son: o tempo, a temperatura e o esforzo.

- **Resistencia a tracción circunferencial:** É a capacidade dunha tubaxe para resistir esforzos de tracción derivados da acción da presión interior. A resistencia a tracción circunferencial mídese a través do parámetro de Tensión Mínima Requirida, MRS. Os tipos de PE utilizados para fabricar tubos clasifícanse segundo o seu MRS coma vemos na seguinte táboa, onde tamén se indican os valores das tensións de deseño σ_s en función de C e LCL.
- **LCL: Límite inferior de confianza:** Valor da tensión tenxengial en MPa, límite inferior do intervalo de confianza do 95% para 20^o e 50 anos.
- **C:** Coeficiente de servizo: Coeficiente que considera as condicións de servizo e as propiedades da tubaxe. É un coeficiente de seguridade.

Táboa 1. Tipos de PE normalizados (UNE-EN)

	PE 40	PE 63	PE 80	PE 100	
LCL (MPa)	4,00-4,99	6,30-7,99	8,00-9,99	10,00-11,19	
MRS (MPa)	4,0	6,3	8,0	10,0	
σ_s (MPa)					
C	1,25	3,2	5,0	6,3	8,0
	1,60	2,5	4,0	5,0	6,3
	2,00	2,0	3,2	4,0	5,0
	2,50	1,6	2,5	3,2	4,0
	3,20	1,2	2,0	2,5	3,2

- **Módulo de elasticidade:** O mínimo valor do módulo de elasticidade das tubaxes de PE a curto prazo, E_0 , é de 800 a 1.000 N/mm², e a longo prazo, E_{50} , de 130 a 160 N/mra² a 20 °C. No deseño das conducións utilízase o valor do módulo de elasticidade a longo prazo. O polietileno sometido a unha tensión moi alta pero durante escasos segundos, como é o caso das accións puntuais do tráfico ou do golpe de ariete, ofrece un módulo de elasticidade moi alto neses primeiros momentos, o que significa un excelente comportamento do PE ante os efectos puntuais.
- **Alongamento na rotura:** O alongamento en rotura dos tubos de PE é, como mínimo, do 350%, variando coa temperatura.
- **Resistencia á flexión:** É a capacidade dunha tubaxe para resistir esforzos de flexión derivados da acción dos axentes exteriores. A resistencia a flexión a curto prazo é de 30 MPa e a longo prazo, 14,4 MPa.
- **Resistencia aos esforzos lonxitudinais:** A resistencia aos esforzos lonxitudinais oscila entre 10 MPa (PE 40) e 19 MPa (PE 80 ou PE 100).
- **Flexibilidade:** Esta é unha das propiedades máis características dos mesmos e que determina gran parte das súas propiedades técnicas. A flexibilidade dos tubos de PE fai posible que poidan ser instalados curvando en frío os propios tubos, sen necesidade de empregar accesorios. Os radios de curvatura máximos pódense calcular aproximadamente coas seguintes fórmulas:
Tubos para presións nominais baixas:

$$R_c = \frac{R_m^2}{0,28e}$$

Tubos para presións nominais elevadas:

$$R_c = \frac{(0,5 \times OD)^2}{\varepsilon}$$

Onde:

R_c : Radio de curvatura (mm)

R_m : Radio da tubaxe (mm)

e : Espesor da tubaxe (mm)

OD : Diámetro exterior da tubaxe.

ε : Alongamento das fibras superficiais, en porcentaxe. $\varepsilon \leq 2,5\%$

Simplificando, pódense adoptar os radios de curvatura máximos que se indican na táboa 2. Se a instalación se realizase a 0°C tales radios deben multiplicarse por un radio de curvatura de 2,5 e entre 0°C e 20°C o radio de curvatura admisible determínase por extrapolación lineal.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Táboa 2. Radios máximos de curvatura, R, admisibles nos tubos de PE.

		PE 40	PE 80	PE 100
PN	4,0	20×DN	30×DN	50×DN
	6,0	20×DN	20×DN	30×DN
	10,0	20×DN	20×DN	20×DN
	16,0		20×DN	20×DN
	20,0		20×DN	20×DN
	25,0		20×DN	20×DN

Debido á súa flexibilidade, os tubos de PE presentan moi bo comportamento ante potenciais desprazamentos durante a súa vida útil, asentamentos do terreo ou incluso ante movementos sísmicos.

- **Robustez:** En xeral, os tubos de PE poden ser considerados robustos, capaces de resistir as accións normais ás que unha condución verase sometida durante a súa vida útil. Con todo, a definición e caracterización exacta desta característica non é sinxela; algunhas evidencias da robustez dos tubos de PE son as propiedades de resistencia á abrasión (alta nos tubos de PE. . Debe procurarse que ningunha imperfección supoña unha perda de espesor de máis do 10% do total para garantir que as propiedades mecánicas dos tubos permanezan inalteradas.) e resistencia á propagación de fisuras (evalúase mediante a metodoloxía presente nas Normas ISO 13477, UNE-EN ISO 13478 ou UNE-EN ISO 13479.

2.3.- Características físicas dos tubos de polietileno

- **Permeabilidade a gases:** A permeabilidade dos gases a través da parede dun tubo plástico mídese mediante a primeira Lei de Fick:

$$V = P \times \frac{\pi \times OD \times L \times P_i \times t}{e}$$

Onde:

V: Volume do gas permeado.

P: Coeficiente de permeabilidade (cm³/m·bar), que depende do material plástico e do tipo de gas. Para tubos de PE este coeficiente vai de 0,018 cm³/m·bar cando a sustancia é o nitróxeno, a 0,43 cm³/m·bar, cando é o dióxido de xofre.

OD: Diámetro exterior do tubo (mm).

L: Lonxitude do tubo.

P_i: Presión interior do gas no tubo (bar)

t: Tempo (días)

e: Espesor da parede do tubo (mm)

- **Color:** Os tubos de PE fabricanse en diferentes cores segundo o uso ao que estean destinados. As cores recollidas nas normas son:

Táboa 3. Algúns cores dos tubos de PE en función das aplicacións

Aplicación	Abastecemento auga	Azul Negro con bandas azuis
	Saneamento ou drenaxe	Negro Negro con bandas marróns
	Reutilización de augas	Negro Negro con bandas marróns ou moradas
	Agricultura	Negro con bandas verdes
	Gas	Amarelo Amarelo -alaraxado Negro con bandas amarelo -alaraxadas
	Canalizacións eléctricas	Amarelo Laranxa Vermello

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

2.4.- Características químicas e biolóxicas dos tubos de polietileno

- **Resistencia á corrosión:** Os tubos de PE non se ven afectados pola presenza de terreos corrosivos, non presentan problemas de podremia, ferrume, aparición de mofo ou oxidación, nin se ven afectados por algas, bacterias ou fungos.
Sen embargo débese ter precaución ante solos contaminados, sobretodo se o contido de petróleo ou disolventes é elevado.
- **Resistencia química:** Os tubos de PE teñen unha excelente resistencia aos axentes químicos, son resistentes a ácidos inorgánicos, álcalis, deterxentes, rebaixadores de tensión, aceites minerais ou produtos de fermentación.
Soamente os poden atacar, tras unha exposición prolongada, os axentes oxidantes fortes, coma os peróxidos e ácidos en altas concentracións, ou os halóxenos..
Tampouco sofren ningunha alteración polo efecto da auga de mar, terreos salinos ou ácidos, así como por vertidos urbanos ou industriais.
- **Resistencia bacteriana:** O PE non sofre o efecto de ningunha agresión microbiana, nin propicia a aparición de bacterias ou fungos.
Ademáis, non lles afectan as bacterias reductoras de sulfatos nin son dixeribles polos roedores.

2.5.- Características térmicas

- **Comportamento ante a temperatura:** O coeficiente de dilatación térmica do PE oscila entre 0,17 e 0,22 mm/m·°C, que é un valor bastante elevado, aínda que as elongacións que se producen nestas tubaxes absórbeas a flexibilidade do material, sen que aparezan tensións na condución.
Ademáis, o PE ten unha boa capacidade de illamento térmico, o seu coeficiente de conductividade térmica oscila entre 0,35 e 0,37 kcal/ m·°C, o cal reduce o risco de rotura fráxil en caso de xeadas.
- **Estabilidade á luz e á intemperie:** O PE pode deteriorarse se permanece durante moito tempo á intemperie. Para evitar isto, os compostos de PE soen levar negro de carbono ou estabilizadores que contraresten o seu eventual envellecemento fotooxidativo. Estas tubaxes son sempre negras ou negras con bandas.
Así, cando as tubaxes son doutra cor deberán ser protexidas contra a acción dos raios ultravioletas.
O contido en negro de carbono normalizado nas normas europeas é do 2 ao 2,5% en peso.
As normas europeas esixen que os tubos sexan capaces de resistir unha exposición de 3,5 GJ/m², nun ensaio de presión interna de longa duración (80°C, 165h) e con clima centroeuropeo.
- **Resistencia ás radiacións:** As tubaxes de PE resisten radiacións de alta enerxía, polo que poden empregarse para a condución de augas radioactivas a altas temperaturas. As conducións de PE teñen perigo de voltarse radioactivas co paso dos anos se reciben doses de radiación superiores a 10 kJ/kg.
- **Comportamento fronte á acción do lume:** A temperatura de autoinflamación do PE é de 348 °C e a de inflamación, de 340 °C. Ao arder desprende CO, CO₂ e auga, pero sen residuos corrosivos prexudiciais para o medio ambiente.

2.6.- Características eléctricas

O PE é un illante eléctrico, non conduce a electricidade. Non precisan protección catódica nin contra correntes galvánicas. Non se esperan nel reaccións electrolíticas que provoquen corrosión por efectos de potenciais eléctricos diferenciais.

2.7.- Comparativa das características do polietileno coas do polipropileno

- **Densidade:** O polipropileno ten menor densidade, 0,90 g/cm³. Aínda que en principio isto podería parecer unha vantaxe a favor do polipropileno (facilidade de manexo, transporte e manipulación), non o

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

é, xa que este precisa maiores espesores para a mesma presión nominal, co que se produce un aumento da velocidade de transporte polo interior dos colectores e unha redución do caudal circulante.

Táboa 4. Diámetros y espesores mínimos de pared para una presión nominal de 16 atm

POLIPROPILENO: UNE 53-380-90/2		POLIETILENO PE-100: UNE-EN 12201-2	
φ (mm)	Espesor (mm)	φ (mm)	Espesor (mm)
20	2,8	20	2,0
25	3,5	25	2,3
32	4,4	32	3,0
50	6,9	50	5,2
63	8,6	63	6,5
75	10,3	75	7,6
90	12,3	90	9,2
110	15,1	110	11,1

- **Flexibilidade:** O polipropileno é menos flexible, máis duro e máis ríxido que o polietileno, co que ten menor resistencia ao impacto e aos golpes de ariete.
- **Resistencia á abrasión:** Menor que no polietileno.
- **Temperatura de fusión:** É maior que no polietileno, polo que ten peor soldabilidade. Como vantaxe fronte o polietileno, destacarase que, ao ter unha maior temperatura de reblandecemento, ten un maior intervalo de temperatura de utilización.
- **Comportamento ante a temperatura:** O coeficiente de conductividade térmica do PP é menor que o do PE. É da orde de 0,15-0,22 kcal/m°C.

Na seguinte táboa resúmense algunhas propiedades físicas de ambos materiais:

Táboa 5. Tabla de propiedades físicas del Polipropileno y del Polietileno PE-100

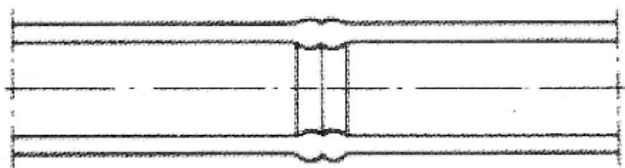
Propiedade	Unidade	Polipropileno	PE-100
Densidade	kg/m ³	0,900	0,955
Resistencia á tracción elástica	MPa	>31	>19
Módulo de elasticidade	MPa	1400	900
Dureza Shore	Escala D	75	60
Coefficiente de dilatación lineal	10-4 °C	14,7 - 25,9	28 - 33
Índice de fluidez (MI)*	g/10 min	<2,1	0,1 a 1,4
Contido en negro de carbono	%	2,5	2,5
Constante dieléctrica (a 60 Hz)	---	2,2 - 2,6	2,30 - 2,35
Resistencia á tracción	N/mm ²	29,3 - 38,6	19,9 - 33,1
Temperatura VICAT de rebrandecimiento	°C	138-155	112-132

*Para a obtención do índice de fluidez (MI) do Polipropileno as condicións de ensaio foron con T=230 °C e un peso de 5 kg. Para a obtención do MI del PE-100 empregouse unha T=190 °C e un peso de 5 kg.

3.- SISTEMAS DE UNIÓN

Os tipos de unións habituais nos tubos de PE son:

- **Unión soldada termicamente a tope:** A soldadura a tope é unha técnica que se emprega para unir tubos e accesorios de PE 80 ou PE 100, en tubos de espesor de parede superior a 3 mm. Consiste en quentar os extremos dos tubos a unir cunha placa calefactora a unha temperatura de 210 ±10°C e aplicar, a continuación, unha determinada presión cun valor normalizado.



XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Figura 1. Unión mediante soldadura a tope

- Unión por electrofusión: A soldadura por electrofusión é unha técnica que se emprega para unir os accesorios electrosoldables a conducións de PE.

Esta técnica consiste en facer pasar unha corrente de baixa tensión polas espiras metálicas dos accesorios, orixinando así un quentamento que provoca a soldadura do accesorio co tubo introducido.

A electrofusión permite unir entre sí tubos de PE 80 e PE 100 e de distinto espesor.

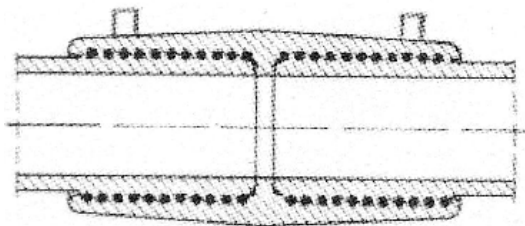


Figura 2. Unión por electrofusión

- Unión mediante accesorios mecánicos: Este sistema consiste en empregar uns accesorios mecánicos, que poden ser metálicos ou plásticos, que permiten a conexión entre dous tubos ou entre un tubo e un accesorio. Aplícase unicamente en tubos de diámetro pequeno.

Os accesorios metálicos só deben empregarse se a auga transportada e o terreo atravesado non son agresivos. Pola contra, empregaremos os accesorios plásticos cando precisemos gran resistencia aos ataques químicos.

Este sistema de unión permite unir tubos de PE con outros materiais diferentes, son moi adecuados para conexións en lugares de difícil acceso e permiten desmontar a unión durante o servizo da tubaxe.

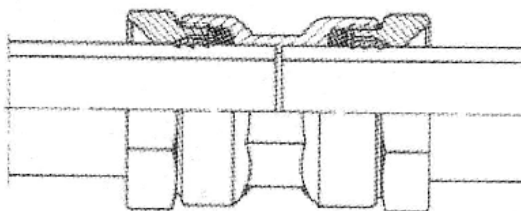


Figura 3. Unión mediante accesorios mecánicos

O sistema de unión de tubos de PP é mediante fusión, de maneira que o produto quede soldado como unha soa peza, sen xuntas, de modo que é moi difícil que aparezan fugas.

4.- DISEÑO MECÁNICO

O dimensionamento mecánico dos tubos de PE enterrados realízase segundo as especificacións da Norma UNE 53331 IN, de modo que a hipótese pésima de carga adoita corresponder a algunha das combinacións de accións indicadas na seguinte táboa:

Táboa 6. Hipótese pésima de carga e solicitacións condicionantes nos tubos de PE enterrados

	Combinación de accións	Solicitación determinante
Hipótese I	Presión interna positiva	Estado tensional
Hipótese II	Accións externas e presión interna positiva	Estado tensional e deformacións
Hipótese III	Accións externas	Estado tensional e deformacións

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Hipótese IV	Accións externas e presión interna negativa	Pandeo ou colapsado
--------------------	---	---------------------

4.1.- Hipótese I: Presión interna positiva (estado tensional)

Nesta hipótese débese comprobar que a DP non excede do PN do tubo (neste caso PN coincide co valor do PFA, presión de funcionamento admisible), de acordo coa táboa 7.

Táboa 7. Gama de dimensións normalizada en UNE-EN 12201

Diámetro (mm)		Ovalación (mm)	Espesor nominal (mm)											
DN	Tolerancia		S SDR	2,5 6	3,2 7,4	4 9	5 11	6,3 13,6	8 17	8,3 17,6	10 21	12,5 26	16 33	20 41
		PN (C = 1,25)	PE 40	10	8	6	5	4			3,2	2,5		
			PE 63*	16	12,5	10	8		6		5	4	3,2	2,5
			PE 80	20	16	12,5	10	8			6**	5	4	3,2
			PE 100	25	20	16	12,5	10			8	6**	5	4
16	0,3	1,2		3,0	2,3	2,0								
20	0,3	1,2		3,4	3,0	2,3	2,0							
25	0,3	1,2		4,2	3,5	3,0	2,3	2,0						
32	0,3	1,3		5,4	4,4	3,6	3,0	2,4	2,0	2,0				
40	0,4	1,4		6,7	5,5	4,5	3,7	3,0	2,4	2,3	2,0			
50	0,4	1,4		8,3	6,9	5,6	4,6	3,7	3,0	2,9	2,4	2,0		
63	0,4	1,5		10,5	8,6	7,1	5,8	4,7	3,8	3,6	3,0	2,5		
75	0,5	1,6		12,5	10,3	8,4	6,8	5,6	4,5	4,3	3,6	2,9		
90	0,6	1,8		15,0	12,3	10,1	8,2	6,7	5,4	5,1	4,3	3,5		
110	0,7	2,2		18,3	15,1	12,3	10,0	8,1	6,6	6,3	5,3	4,2		
125	0,8	2,5		20,8	17,1	14,0	11,4	9,2	7,4	7,1	6,0	4,8		
140	0,9	2,8		23,3	19,2	15,7	12,7	10,3	8,3	8,0	6,7	5,4		
160	1,0	3,2		26,6	21,9	17,9	14,6	11,8	9,5	9,1	7,7	6,2		
180	1,1	3,6		29,9	24,6	20,1	16,4	13,3	10,7	10,2	8,6	6,9		
200	1,2	4,0		33,2	27,4	22,4	18,2	14,7	11,9	11,4	9,6	7,7		
225	1,4	4,5		37,4	30,8	25,2	20,5	16,6	13,4	12,8	10,8	8,6		
250	1,5	5,0		41,5	34,2	27,9	22,7	18,4	14,8	14,2	11,9	9,6		
280	1,7	5,8		46,5	38,3	31,3	25,4	20,6	16,6	15,9	13,4	10,7		
315	1,9	6,6		52,3	43,1	35,2	28,6	23,2	18,7	17,9	15,0	11,9	9,7	7,7
355	2,2	7,5		59,0	48,5	39,7	32,3	26,1	21,1	20,2	16,9	13,5	10,9	8,7
400	2,4	8,4			54,7	44,7	36,4	29,4	23,7	22,7	19,1	15,1	12,3	9,8
450	2,7	9,4			61,5	50,0	40,9	33,1	26,7	25,5	21,5	17,2	13,8	11,0
500	3,0	10,4				55,8	45,4	36,8	29,7	28,3	23,9	19,1	15,3	12,3
560	3,4	11,5					50,9	41,2	33,2	31,7	26,7	21,4	17,2	13,7
630	3,8	12,7						46,3	37,4	35,7	30,0	24,1	19,3	15,4
710	4,4	14,1						52,2	42,1	40,2	33,9	27,2	21,8	17,4
800	5,0	15,6						58,8	47,4	45,3	38,1	30,6	24,5	19,6
900	5,8	17,3							53,3	51,0	42,9	34,4	27,6	22,0
1 000	6,6	19,1							59,3	56,6	47,7	38,2	30,6	24,5
1 200	7,6	21,1									57,2	45,9	36,7	29,4
1 400	8,8	23,3										53,5	42,9	34,3
1 600	10,0	25,6										61,2	49,0	39,2

*PE 63 non se emprega en España

**Os valores reais calculados para PE 100 e PE 80 son 6,4.

Os valores en negriña son os máis habituais.

Ademáis, débese comprobar que a máxima presión incluíndo as sobrepresións debidas ao golpe de ariete (Presión Máxima de Deseño, PMD) é inferior á Presión Máxima Admisible, PMA.

$$DP < PN, (DP < PFA)$$

$$MDP < PMA$$

Tomando, para a PMA, os valores que se indican na seguinte táboa:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Táboa 8. PMA en función da PN e de C

		PMA
C	1,25	1,30×PFA
	1,60	1,65×PFA

4.2.- Hipótese II: Accións externas e presión interna positiva (estado tensional e deformacións)

Debe comprobarse que, actuando ambas accións simultaneamente, o coeficiente de seguridade C a longo prazo para os esforzos tanxenciais a flexotracción en clave, riles e base sexa superior ao valor admisible conforme os valores indicados na seguinte táboa e que a deformación producida sexa inferior ao 5% do diámetro do tubo.

Táboa 9. Esforzo tanxencial a flexotracción admisible en tubos de PE (UNE 53331 IN)

	Esforzo tanxencial de deseño a flexotracción (MPa)
Curto prazo	30000
Longo prazo	14400

Táboa 10. Coeficiente C en tubos de PE (UNE 53331 IN)

	Coeficiente de seguridade C
Clase de seguridade A	2,50
Clase de seguridade B	2,00

A clase de seguridade A corresponde, segundo a Norma UNE 53331 ao denominado “caso xeral”: con ameaza de capa freática e redución de servizos ou erros con consecuencias económicas considerables. A clase de seguridade B corresponde cos “casos especiais”: sen ameaza de capa freática e con débil redución do servizo ou erros con consecuencias económicas pouco importante.

A determinación destes esforzos tanxenciais adoitan realizarse, en España, mediante o método que propón a Norma ATV 127, que se describe na Norma UNE 53331 IN e que se detallará a continuación. Os esforzos tanxenciais determinaranse coa seguinte fórmula:

$$\sigma = 10 \left[\frac{N}{S} \pm \frac{100M}{W} \alpha_K \right]$$

Onde:

σ : Esforzo tanxencial, en MPa.

N: Suma de forzas axís por unidade de lonxitude (kN/m)

$$N = N_{qvt} + N_{qh} + N_{qht} + N_t + N_a + N_{Pa}$$

Onde:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

$N_{qv}, N_{qh}, N_{qht}, N_t, N_a, N_{pa}$ son áxís debidos ás accións do terreo: q_{vt} (carga vertical), q_h (carga horizontal) e q_{ht} (reacción horizontal); e debidos ás accións gravitatorias: q_t (peso propio do tubo) e q_a (peso da auga contida no seu interior) e q_{pa} , (presión interior).

M: Suma de momentos por unidade de lonxitude (kNm/m)

$$M = M_{qv} + M_{qh} + M_{qht} + M_t + M_a + M_{pa}$$

Onde:

$M_{qv}, M_{qh}, M_{qht}, M_t, M_a, M_{pa}$ son momentos debidos á acción do terreo: q_{vt} (carga vertical), q_h (carga horizontal) e q_{ht} (reacción horizontal); e debidos ás accións gravitatorias: q_t (peso propio do tubo) e q_a (peso da auga contida no seu interior) e q_{pa} , (presión interior)

S: Área da sección lonxitudinal da parede do tubo por unidade de lonxitude (cm²/m)

$$S = 100e$$

Onde:

e: Espesor da parede do tubo (mm)

W: Momento resistente da sección (cm³/m)

$$W = 100e^2/6$$

k: Factor de correlación por curvatura, que ten en conta as fibras periféricas interiores interiores e exteriores.

Así, a comprobación do estado deformacional dos tubos de PE soe realizarse en España segundo a formulación detallada na Norma UNE 53331 IN, que recolle o método ATV 127..

Para obter a deformación vertical a longo prazo, empregaremos a seguinte expresión:

$$\delta = |C_v| \frac{q_{vt} - q_h}{S_t} 100$$

Onde:

δ : Deformación vertical a longo prazo, en %.

C_v : Coeficiente de deformación

q_{vt} : Presión vertical total sobre o tubo (kPa)

q_h : Presión lateral de terras (kPa)

S_t : Rixidez a longo prazo do tubo (MPa)

$$S_t = \frac{E_t}{12} \left(\frac{e}{r_m} \right)^3$$

Onde:

E_t : Módulo de elasticidade a longo prazo do tubo (MPa)

e: Espesor da parede do tubo (mm)

r_m : Radio medio do tubo (mm)

$$r_m = \frac{DN - e}{2}$$

Onde:

DN: Diámetro nominal do tubo (mm)

Recoméndase empregar a fórmula anterior con axuda dalgún programa informático, xa que a man resulta moi complexa.

Nesta hipótese pésima de carga, nos tubos de PE, moitas veces o estado deformacional é limitante antes que o estado tensional, polo que a súa comprobación é fundamental.

4.3.- Hipótese III: Accións externas (estado tensional e deformacións)

Hai que comprobar que, actuando as cargas desta hipótese, o coeficiente de seguridade C a longo prazo para os esforzos tanxenciais a flexotracción en clave, riles e base sexa superior ao admisible, conforme os datos da táboa 10 e que a deformación producida sexa inferior ao 6% do DN.

Recoméndase empregar esta formulación mediante o método da Norma ATV 127, que está descrita na norma UNE 53331 IN e é a mesma que a descrita no apartado anterior.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Nesta hipótese pésima de carga, nos tubos de PE, normalmente o estado deformacional é limitante antes que o estado tensional, aínda que adoita ser máis condicionante a hipótese anterior que esta.

4.4.- Hipótese IV: Accións externas e presión

Nesta hipótese debe comprobarse que o coeficiente de seguridade C fronte ao pandeo alcance polo menos os valores indicados na táboa 3. Isto pódese comprobar mediante a seguinte expresión:

$$\frac{P_{crit}}{q_{vt}} \geq C$$

Onde:

q_{vt} : Presión vertical total sobre o tubo (kPa)

C: Coeficiente de seguridade (cos valores da táboa 3)

P_{crit} : Carga crítica de pandeo (MPa), que pode calcularse coa seguinte expresión:

$$P_{crit} = 2\sqrt{S_t \times S_{sh}}$$

Onde:

S_t : Rixidez circunferencial específica a longo prazo(MPa)

S_{sh} : Rixidez horizontal de recheo ata a clave do tubo(MPa) ver UNE 53331 IN apartado 4.1.2

Igual que pasaba nas hipóteses anteriores, debemos axudarnos dun programa de cálculo para resolver estas ecuacións, xa que a man é moi complicado.

4.5.- Programa de cálculo

Para facilitar o proceso de cálculo destas comprobacións, AseTUB dispón dun programa informático baseado na norma ATV 127 que se detalla na UNE 53331. Neste programa, mediante a introdución dos parámetros da instalación, pode procederse ao cálculo estático das tubaxes de PE enterradas.

A información necesaria para o cálculo, que se introducen no programa divídese en tres bloques:

- Datos do tubo (material do tubo, diámetro nominal, espesor, E, etc)
- Condicións da gambia (tipo, altura do recubrimento por enriba da xeratriz, anchura da gambia, etc)
- Tipo de pavimento (E e h das distintas capas)

O proceso a seguir é o seguinte:

Primeiro selecciónase o tubo, tipo e apoio da gambia e, unha vez feito isto, determínanse as accións que actúan sobre o tubo debidas a cargas externas e internas, analizándose se a deformación do tubo é admisible conforme o límite establecido do 5% aos 50 anos.

Se isto se cumpre, continúaase determinando as tensións máximas ás que estará sometido o material, que deberán superar os criterios de seguridade establecidos, os relativos á presión crítica do colapso á presión da auga e a acción simultánea de ambas.

Se non se cumpre o anterior (a deformación é superior ao 5%), realízase outro suposto modificando as características da instalación ou do tipo de tubo.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

ITOHG-MAT-1/6

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE MATERIAIS

TÍTULO	POLICLORURO DE VINILO (PVC) (MAT-1/6)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

POLICLORURO DE VINILO(PVC) (MAT-1/6)

Data	23 de novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Marta Sara Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións			

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO
 - 2.- PROCESOS DE OBTENCIÓN DA TUBAXE DE PVC
 - 2.1.- Tipos de tubaxes
 - 2.2.- Propiedades das tubaxes de PVC ríxidas
 - 3.- TIPOS DE UNIÓNS EN TUBAXES DE PVC
 - 5.- CÁLCULO MECÁNICO DAS TUBAXES DE PVC-U
 - 5.1.- Magnitudes dimensionais e mecánicas das tubaxes
 - 5.2.- Requisitos esixibles ás tubaxes de PVC ríxido
 - 5.2.1.- Deformacións
 - 5.2.2.- Estado tensional
 - 5.2.3.- Resistencia ao esmagamento
 - 5.2.4.- Resistencia á presión interna
 - 5.2.5.- Resistencia á flexión transversal
 - 5.2.6.- Resistencia ao impacto
 - 5.2.7.- Resistencia á abrasión
 - 5.2.8.- Resistencia aos fluídos químicos
 - 5.3.- Hipótese pésima de carga
 - 5.4.- Programa de cálculo de AseTUB
-

1.- OBXECTO

O obxecto da presente instrución é dar a coñecer a tipoloxía, obtención, propiedades e comportamento das tubaxes de PVC e definir o cálculo e instalación destas.

Dentro dos materiais plásticos hai dous grandes grupos: Os termoplásticos e os termoestables.

Os **termoplásticos** destacan pola súa característica de poder cambiar varias veces a súa forma pola acción combinada de temperatura e presión (reblandecen cando a temperatura se eleva e endurece ao enfriarse). O seu proceso de reblandecemento comeza a temperaturas relativamente baixas (entre 60 e 120 °C), o que restrinxe a súa aplicación. Estes materiais conteñen pequenas cantidades de aditivos cando se empregan en fabricación de tubaxes. Entre os materiais termoplásticos empregados en tubaxes están o PVC-U, o PP e o PE.

Os materiais **termoestables** non cambian de forma e teñen, en xeral, mellores propiedades mecánicas a elevadas temperaturas que os termoplásticos. Dos materiais plásticos empregados en tubaxes, é termoestable o poliéster reforzado con fibra de vidro (PRFV).

O material que se trata nesta instrución é termoplástico.

2.- PROCESOS DE OBTENCIÓN DA TUBAXE DE PVC

O proceso iníciase coa preparación das formulacións. As formulacións para acondicionar as mesturas de resinas de PVC cos seus correspondentes, varían segundo a clase de tubo que se vaia a fabricar.

2.1.- Tipos de tubaxes

Tubaxes compactas de PVC-U (tubaxes de PVC ríxidas): Son as obtidas polo proceso de extrusión consistente en facer pasar a mestura de resina de PVC e aditivos, debidamente acondicionada, quente, e xa que logo, moldeable, a través dunha boquilla con sección anular. A parede do tubo resultante ten un espesor homoxéneo en toda a súa sección anular, completamente chea e compacta. Teñen a condición de ser termoplásticos, e están normalizados en UNE-EN 1452-2 en dimensións de ata 1m de DN.

Tubaxes compactas de PVC-O (con orientación molecular): Son fabricadas por un proceso que reorienta as moléculas e mellora notablemente as propiedades físicas, quedando establecidas características físicas como gran resistencia ao impacto, aumento da resistencia a fatiga cíclica ou peso reducido.

Tubaxes estruturadas: O seu deseño de parede estruturada fai que aumenten o seu momento de inercia, e a rixidez anular sen necesidade de aumentar o espesor de parede, resolvendo de forma económica a resistencia da tubaxe a cargas externas.

Entre os distintos tipos de parede estruturada destacaremos:

- **Tubaxes multicapa**: Son tubaxes obtidas por unha técnica de extrusión na que as capas interna e externa da parede do tubo son compactas, conferindo á tubaxe boa resistencia externa e interna aos choques, ataque químico e abrasivos.
- **Tubaxe de dobre parede corrugada**: A extrusora produce un dobre tubo que conforma o exterior do tubo, permanecendo o seu interior totalmente liso. Este deseño aumenta o momento de inercia, sen incrementar o peso por aumento de espesor de parede, resolvendo economicamente o esmagamento da tubaxe.
- **Tubaxe alveolar**: Esta tubaxe é alixeirada por medio de ocos en toda a súa lonxitude.

2.2.- Propiedades das tubaxes de PVC ríxidas

Densidade

A densidade do PVC-U é de aproximadamente 1,40 g/cm³. Os diferentes aditivos, con densidades moi dispares, aínda que se empregan en reducidas cantidades, modifican o valor final de densidade, polo que ao deseñar a formulación débense ter en conta as densidades dos aditivos.

As diversas normas fixan uns valores de densidade máxima, para as diferentes aplicacións.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Ao aumentar a densidade, xeralmente redúcense as propiedades de resistencia a tracción e impacto, debendo empregarse aditivos modificadores para manter estes valores dentro das normas.

Durabilidade

As tubaxes de PVC-U están deseñadas para unha vida útil mínima de 50 anos, estando contemplado o efecto de fluencia dos materiais plásticos ao longo desta vida útil.

O comportamento do material ao longo do tempo e a diferentes temperaturas de fluído, queda definido pola curva de referencia (ou de regresión) do material, onde se recolle a tensión a que se somete o tubo e a duración do mesmo, de acordo coa norma UNE-EN ISO 9080.

Nas tubaxes de PVC-U, as súas propiedades viscoelásticas dan lugar ao fenómeno de fluencia, ésto é, que a relación tensión-alongamento non é rectilínea nin independente do tempo, como no caso dos materiais elásticos. Por iso, no deseño destas tubaxes, considérase unha tensión de traballo cun coeficiente de seguridade.

3.- TIPOS DE UNIÓNs EN TUBAXES DE PVC

Os extremos dos tubos poden fabricarse de tres formas distintas:

- Con extremo recto para unión mediante manguitos dobres separados.
- Con extremo con embocadura para unión por encolado.
- Con extremo con embocadura para unión por xunta elástica.

Así, os tipos de unións habituais nos tubos de PVC son:

Unións con xunta elástica de elastómero: A xunta é comprimida e forma estanqueidade para a presión cando se introduce o extremo macho na embocadura.

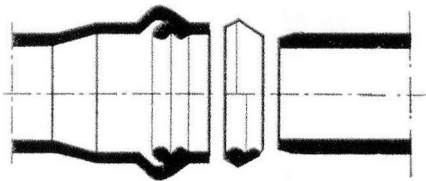


Figura 1. Unión con xunta elástica de elastómero

Unións encoladas: Aplícase un adhesivo a base de disolvente sobre o extremo macho e na embocadura, e ambos extremos únense por introdución dun no outro. Estas unións só deben empregarse en diámetros pequenos, menores de 50 mm

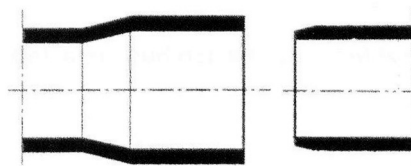


Figura 2. Unión encolada

Unións mecánicas: Están formadas por manguitos dobres con xuntas elásticas. A estanqueidade conséguese por deformación das xuntas elásticas ao introducir os extremos dos tubos por cada lado do manguito.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

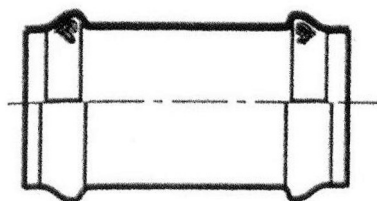


Figura 3. Unión mecánica

Unión con brida: Incorporase sobre o extremo da tubaxe un manguito con tope encolado sobre o tubo, previa introdución dunha brida tola que na montaxe situarase sobre o manguito encolado para unir a outro extremo con brida ou a elemento como válvulas. Entre ambas bridas colócase unha xunta plana de elastómero.

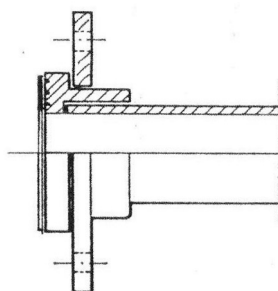


Figura 4. Unión con brida

Cada proxecto en particular debe especificar os tipos de unións que sexan de aplicación. En caso de non facelo adoitan empregarse unións elásticas.

5.- CÁLCULO MECÁNICO DAS TUBAXES DE PVC-U

5.1.- Magnitudes dimensionais e mecánicas das tubaxes

Tensión hidrostática a longo prazo para 50 anos a 20°C (LTHS): É o valor da tensión en MPa que pode considerarse como propiedade do material e que representa o 50% do límite de confianza, para a tensión hidrostática a longa duración a 20°C e 50 anos.

Límite inferior de confianza (LCL): É o valor da tensión en MPa que pode considerarse como propiedade do material e que representa o 97,5% do límite inferior de confianza, para a tensión hidrostática a longa duración a 20°C para 50 anos.

Tensión mínima requirida (MRS): É o valor do límite inferior de confianza (LCL) redondeado ao valor máis próximo da serie de números Renard R.10.

Coefficiente de servizo (C): É un coeficiente maior á unidade, que considera as condicións de servizo así como as propiedades dos compoñentes do sistema de tubaxe.

Serie de números de Renard R.10: Son series de números normalizados, que corresponden a serie:

1,00 - 1,25 - 1,60 - 2,00 - 2,50 - 3,20 - 4,00 - 5,00 - 6,30 - 8,00

Tensión de deseño (σ_s): É a tensión para unha aplicación derivada do MRS dividida polo coeficiente C e redondeado o valor máis próximo da serie R.10, expresada en MPa.

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

Táboa 1. Relación entre parámetros funcionais para PVC-U

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Relación entre parámetros funcionais				
LCL	MRS	ISO-CEN		
MPa	MPa	D_n (mm)	C	σ_s (MPa)
>25,0	25,0	≤90	2,5	10,0
		>90	2,0	12,5

Rixidez circunferencial específica (RCE): A rixidez circunferencial específica do tubo utilízase no cálculo de tubaxes enterradas e necesítase para determinar a rixidez do sistema, constituído pola rixidez anular do tubo, a rixidez do leito e a do terreo.

Está relacionada co momento de inercia da sección lonxitudinal da parede do tubo por unidade de lonxitude. O valor da rixidez circunferencial calcúlase pola expresión:

$$R_t = \frac{E \cdot I}{r_m^3}, \text{ en kg/cm}^2$$

O momento de inercia determínase pola seguinte expresión:

$$I = \frac{e^3}{12}, \text{ en cm}^4/\text{cm}$$

O radio medio é:

$$r_m = \frac{1}{2} \cdot (D_e - e)$$

O módulo elástico do PVC elíxese entre estes valores:

- Para o cálculo da deformación inicial: E = 3.600 MPa
- Para o cálculo da deformación a longo prazo: E=1750 MPa

Momento de inercia das tubaxes: Para o cálculo mecánico das tubaxes é necesario coñecer o momento de inercia das tubaxes e, tamén, o módulo resistente.

As fórmulas de cálculo son:

$$\text{Momento de inercia: } I = \frac{\pi}{64} \cdot (D_e^4 - D_i^4)$$

$$\text{Momento resistente: } W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(D_e^4 - D_i^4)}{D_e} = I \cdot \frac{2}{D_e}$$

Onde:

- I: momento de inercia, en cm⁴
- D_e: diámetro exterior, en cm
- D_i: diámetro interior, en cm
- W: momento resistente, en cm³

Estes valores son válidos para tubaxes de parede compacta. Para valores de tubaxe estruturada, débese consultar co fabricante.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

5.2.- Requisitos esixibles ás tubaxes de PVC ríxido

As tubaxes de PVC-U, para cumprir cos seus requisitos funcionais, deben posuír unhas características contrastadas, consideradas nas normas UNE e/ou EN que, para as súas distintas aplicacións, teñen establecidos uns requisitos que garanten o seu comportamento adecuado. Os organismos de certificación controlan o correcto cumprimento das normas, certificando os produtos.

As comprobacións de deformacións, estado tensional e resistencia ao esmagamento téñense que facer sempre nas tubaxes enterradas (que é como se atopan maioritariamente estas tubaxes).

5.2.1.-Deformacións

A variación do diámetro vertical ven dada por:

$$\Delta D_v = |C_v| \frac{(q_{vt} + q_h)}{S_t} 2r_m$$

Onde:

q_{vt} : presión vertical (kN/m).

q_h : presión horizontal (kN/m).

r_m : radio medio do tubo (mm).

S_t : rixidez do tubo (kN/m²).

$$S_t = \frac{E_t}{12} \left(\frac{e}{r_m} \right)^3$$

E_t : módulo de elasticidade a longo prazo do tubo (MPa)

A deformación relativa a corto e/ou longo prazo, en %, tendo en conta os valores da rixidez do tubo, S_t , se obtén da expresión seguinte:

$$\delta_v = \frac{\Delta D_v}{2r_m}$$

O valor admisible a longo prazo para tubos de PVC e PE, debe ser inferior ou igual ao 5%.

5.2.2.-Estado tensional (Bases de cálculo)

Debe comprobarse que actuando unicamente as accións externas do tubo, o coeficiente de seguridade C a longo prazo para as tensións é superior ao admisible, conforme os valores indicados na táboa 4.

$$C = \frac{\sigma_t}{\sigma}$$

Táboa 2. Tensión tanxencial a flexotracción e coeficiente de seguridade a rotura e aplastamento C en tubos de PVC

	Tensión tanxencial de deseño a flexotracción σ_t (MPa)		Coeficiente de seguridade C
Curto prazo	90	Clase de seguridade A	2,5
Longo prazo	50	Clase de seguridade B	2,0

Co esforzo axil e o momento flector por unidade de lonxitude, as tensións en clave, riles, e base determinanse coa expresión:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

$$\sigma = \frac{N}{S} + \frac{M}{W} \alpha_k$$

Onde:

σ : tensión (kN/m²).

N : esforzo axil (kN/m).

M : momento flector (kN·m/m).

S : área da sección lonxitudinal da parede do tubo por unidade de lonxitude (m²/m).

$S = e$ ($e = \text{espesor da parede do tubo}$)

W : momento resistente da sección S (m³/m)

$W = e^2/6$

α_k : factor de corrección por curvatura que ten en conta as fibras periféricas interiores (α_{ki}) e exteriores (α_{ke}), dadas por:

$$\alpha_{ki} = 1 + \frac{1}{3} \frac{e}{r_m} \quad \text{e} \quad \alpha_{ke} = 1 - \frac{1}{3} \frac{e}{r_m}$$

O momento flector e a forza axil por unidade de lonxitude deben calcularse, en clave, riles e base. Calcularanse como suma dos debidos á:

- carga vertical (q_{vt})
- carga horizontal (q_h)
- reacción horizontal (q_{ht})
- peso propio do tubo
- peso propio da auga (considérase tubo cheo)
- presión da auga

$$M = M_{qvt} + M_{qh} + M_{qht} + M_t + M_a + M_{pa}$$

$$N = N_{qvt} + N_{qh} + N_{qht} + N_t + N_a + N_{pa}$$

Pola carga vertical:

$$M_{qvt} = m_{qvt} \cdot q_{vt} \cdot r_m^2$$

$$N_{qvt} = n_{qvt} \cdot q_{vt} \cdot r_m$$

Pola carga horizontal

$$M_{qh} = m_{qh} \cdot q_h \cdot r_m^2$$

$$N_{qh} = n_{qh} \cdot q_h \cdot r_m$$

Por reacción horizontal

$$M_{qht} = m_{qht} \cdot q_{ht} \cdot r_m^2$$

$$N_{qht} = n_{qht} \cdot q_{ht} \cdot r_m$$

Polo peso propio do tubo

$$M_t = m_t \cdot \gamma_t \cdot e \cdot r_m^2$$

$$N_t = n_t \cdot \gamma_t \cdot e \cdot r_m$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Polo peso propio da auga considerando o tubo cheo

$$M_a = m_a \cdot \gamma_a \cdot r_m^3$$

$$N_a = n_a \cdot \gamma_a \cdot r_m^2$$

Pola presión da auga

$$M_{pa} = (P_i - P_e) r_i \cdot r_0 \left(\frac{1}{2} - \frac{r_i - r_e}{r_e - r_i} \ln \frac{r_e}{r_i} \right)$$

$$N_{pa} = P_i \cdot r_i - P_e \cdot r_e$$

Onde:

m_{qvt} , m_{qh} , m_{qht} , m_t , m_a : coeficientes de momentos dados na táboa

n_{qvt} , n_{qh} , n_{qht} , n_t , n_a : coeficientes de momentos dados na táboa

γ_i : peso específico do tubo (kN/m³).

γ_a : peso específico da auga (10 kN/m³).

r_m : radio medio do tubo (m).

e : espesor do tubo (m).

P_i : presión interior da auga (kN/m²).

P_e : presión exterior da auga (kN/m²).

r_e : radio interior do tubo (m).

r_i : radio exterior do tubo (m).

Táboa 3. Coeficientes de momentos

Ángulo de apoio	Sección	m_{qvt}	m_{qh}	m_{qht}	m_t	m_a
60	Clave	+0,286	-0,250	-0,181	+0,459	+0,229
	Riles	-0,293	+0,250	+0,208	-0,529	-0,264
	Base	+0,377	-0,250	-0,181	+0,840	+0,420
90	Clave	+0,274	-0,250	-0,181	+0,419	+0,210
	Riles	-0,279	+0,250	+0,208	-0,485	-0,243
	Base	+0,314	-0,250	-0,181	+0,642	+0,321
120	Clave	+0,261	-0,250	-0,181	+0,381	+0,190
	Riles	-0,265	+0,250	+0,208	-0,440	-0,220
	Base	+0,275	-0,250	-0,181	+0,520	+0,260
180	Clave	+0,250	-0,250	-0,181	+0,345	+0,172
	Riles	-0,250	+0,250	+0,208	-0,393	-0,196
	Base	+0,250	-0,250	-0,181	+0,441	+0,220

Momento positivo: tracción sobre a superficie interna do tubo.

Momento negativo: tracción sobre a superficie externa do tubo.

Táboa 4. Coeficientes de axiles

Ángulo de apoio	Sección	n_{qvt}	n_{qh}	n_{qht}	n_t	n_a
60	Clave	+0,080	-1,000	-0,577	+0,417	+0,708
	Riles	-1,000	0	0	-1,571	+0,215
	Base	+0,080	-1,000	-0,577	-0,417	+1,292
90	Clave	+0,053	-1,000	-0,577	+0,333	+0,667
	Riles	-1,000	0	0	-1,571	+0,215
	Base	-0,053	-1,000	-0,577	-0,333	+1,333
120	Clave	+0,027	-1,000	-0,577	+0,250	+0,625
	Riles	-1,000	0	0	-1,571	+0,215

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

	Base	-0,027	-1,000	-0,577	-0,250	+1,375
180	Clave	0	-1,000	-0,577	+0,167	+0,583
	Riles	-1,000	0	0	-1,571	+0,215
	Base	0	-1,000	-0,577	-0,167	+1,417

Axil positivo: tracción.

Axil negativo: compresión.

5.2.3.- Resistencia ao esmagamento

A comprobación da estabilidade ao esmagamento faise comparando a carga crítica coa que realmente existe, tendo que estudarse tres hipóteses distintas:

- Só se considera a presión do terreo
- Desprézase a presión do solo fronte á presión exterior ou presión hidrostática da auga.
- Considérase a presión do solo e a presión exterior da auga simultaneamente

Presión do terreo

A carga crítica de esmagamento calcúlase segundo a expresión seguinte:

$$Pvt_{crit} = 2\sqrt{S_t \cdot S_{sh}}$$

Onde:

Pvt_{crit} : carga crítica de pandeo (N/mm²);

q_{vt} : presión vertical total sobre o tubo.

C: coeficiente de seguridade.

S_t : rixidez circunferencial específica longo prazo (N/mm²).

S_{sh} : rixidez horizontal do recheo ata a clave do tubo (N/mm²)

O coeficiente de seguridade ao esmagamento é:

$$C_1 \leq \frac{Pvt_{crit}}{q_{vt}}$$

Onde:

Pvt_{crit} : carga crítica de pandeo (N/mm²);

q_{vt} : presión vertical total sobre o tubo.

C: coeficiente de seguridade que debe ser como mínimo o indicado na táboa 4.

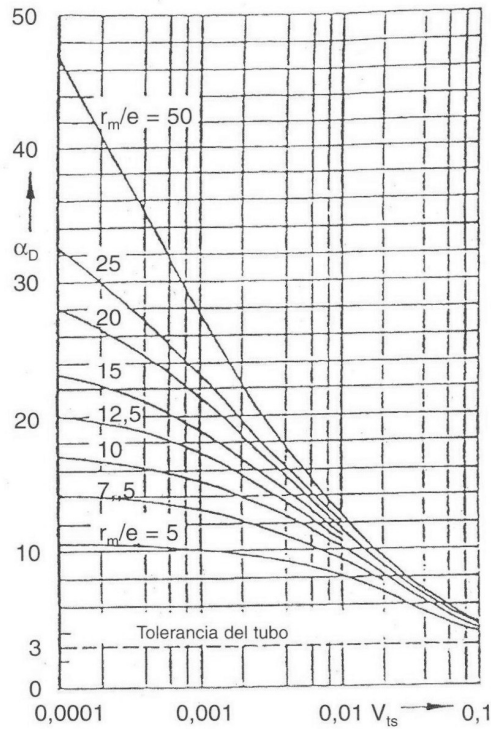
Presión exterior da auga

Se se pode desprezar a carga do solo fronte á presión exterior da auga, a presión crítica de esmagamento é:

$$Pe_{crit} = \alpha_p \cdot S_t$$

Onde α_p é o coeficiente de penetración proporcionado pola figura:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---



Coeficiente de penetración

A presión exterior da auga é:

$$P_e = \gamma_a \left(H_a + \frac{DN}{2} \right) 10^{-3}$$

Onde:

γ_a : peso específico da auga (kN/m^3), que val 10 kN/m^3 .

H_a : altura do nivel freático sobre a clave do tubo (m).

DN : diámetro nominal do tubo (m)

O coeficiente de seguridade ao esmagamento calcúlase como:

$$C_2 \leq \frac{Pe_{crit}}{P_e}$$

O coeficiente de seguridade non pode ser menor có mencionado na táboa 4.

Acción simultánea da presión do solo e da auga externa

O coeficiente de seguridade ao esmagamento calcúlase como:

$$C_3 = \frac{1}{\frac{q_{vt}}{Pvt_{crit}} + \frac{P_e}{Pe_{crit}}}$$

O coeficiente de seguridade non pode ser menor có mencionado na táboa 4.

5.2.4.- Resistencia á presión interna

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

O comportamento do material e o seu límite de resistencia valóranse en función do tempo ao que se ve sometido a unha tensión constante.

Os tubos deséñanse e calcúlanse en función da tensión mínima requirida do material (MRS) e un coeficiente de seguridade adecuados para unha vida útil de polo menos 50 anos.

Para establecer esta garantía de vida útil baixo presión e a 20°C analízase a resistencia límite á presión interna en función do tempo a distintas temperaturas de ensaio e así obtéñense curvas que describen o comportamento do material en función do tempo e a temperatura.

Obtemos o valor da tensión tanxencial de deseño coas curvas de regresión, que son as liñas que relacionan os esforzos tanxenciais de traballo co tempo mínimo en que se produce a fuga ou rotura a distintas temperaturas.

Estas liñas extrapoladas permítenos determinar os valores da tensión mínima requirida (MRS) para o PVC-U, cuxo valor é de 25 MPa. Aplicando un coeficiente de seguridade C de 2,5 dámos unha tensión de deseño de $\sigma=10\text{MPa}$ para as tubaxes de PVC-U ata DN 90mm. Para DN 110 mm ou superior, C é 2 e a tensión de deseño é, polo tanto, $\sigma=12.5\text{MPa}$ (UNE-EN 1452-5, táboa2)

$$C = \frac{MRS}{\sigma}$$

5.2.5.- Resistencia á flexión transversal

O tubo de PVC se deforma baixo o efecto das cargas estáticas e dinámicas, pero en proporcións moi razoables, xa que conserva a súa estanqueidade e o seu caudal (un 10% de ovalación = 2% de perda de caudal, o que é desprezable) asegurando a funcionalidade da instalación.

Os factores principais que determinan o grado de deflexión dunha tubaxe termoplástica flexible e, xa que logo, a súa integridade estrutural, son:

1. Profundidade de enterramento
2. Carga do tráfico
3. Rixidez da tubaxe
4. Natureza do material de recheo
5. Grao de compactación

5.3.- Hipótese pésima de carga

Nas tubaxes enterradas, as accións máis determinantes son a presión interior actuante, as accións do terreo e as sobrecargas do tráfico.

Así, nestes tubos, a hipótese pésima de carga e a solicitation condicionante, adoitan corresponder a algunha das combinacións de accións indicadas na seguinte táboa.

Táboa 5. Hipótese pésima de carga e solicitacións condicionantes nos tubos de PVC-U

	Combinación de accións	Solicitation determinante
Hipótese I	Presión interna positiva	Estado tensional
Hipótese II	Accións externas y presión interna positiva	Estado tensional e deformacións
Hipótese III	Accións externas	Estado tensional y deformacións
Hipótese IV	Accións externas	Pandeo ou colapsado
XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS

Hipótese I. Presión interna positiva (estado tensional)

Na hipótese de actuación única da presión interna do auga, debe comprobarse que a DP non excede o valor da Pn do tubo e que a tubaxe é capaz de resistir as sobrepresións debidas ao golpe de ariete.

Hipótese II. Accións externas e presión interna positiva (estado tensional e deformacións)

Debe comprobarse que, actuando conxuntamente ambas accións, o coeficiente de seguridade C a longo prazo para os esforzos tanxenciais a flexotracción en clave, riles e base é superior ao valor admisible conforme os valores indicados na táboa 4, e que a deformación producida é inferior ao 5% do diámetro do tubo (UNE 53.331:1997 IN, apartado 5)

A determinación destes esforzos tanxenciais adoita realizarse en España mediante a expresión definida no epígrafe de estado tensional, calculando os parámetros que nela interveñen segundo o método da norma ATV 127:2000, o cal atópase desenvolvido en UNE 53331:1997 IN.

Hipótese III. Accións externas (estado tensional e deformacións)

Debe comprobarse que, actuando unicamente as accións externas ao tubo, o coeficiente de seguridade C a longo prazo para os esforzos tanxenciais a flexotracción en clave, riles e base é superior ao valor admisible, conforme os valores indicados na táboa 4, e que a deformación producida é inferior ao 5% do diámetro do tubo (UNE 53.331:1997 IN, apartado 5).

Para esta hipótese pésima de carga III (actuación única das accións exteriores) pode ser limitante tanto o estado deformacional como o tensional (cando o recheo da gabia está pouco ou mal compactado adoitan condicionar as deformacións e, caso contrario, as tensións).

En calquera caso, esta hipótese III (deformacións ou tensións producidas polas accións externas) adoita ser menos condicionante que a anterior II (estado tensional ou deformacional causado polas accións internas e externas) e comprobarase tamén mediante o método ATV127:2000.

Hipótese IV. Accións externas e presión interna negativa (pandeo ou colapsado)

Ante a actuación conxunta das cargas externas e das posibles presións internas negativas, debe comprobarse que o coeficiente de seguridade C fronte ao pandeo alcance polo menos os valores indicados na táboa 4 anterior da hipótese II, o cal pode comprobarse mediante a seguinte expresión:

$$\frac{P_{crit}}{q_{vt}} \geq C$$

Onde:

q_{vt} : Presión vertical (kN/m)

P_{crit} : Carga crítica de pandeo (N/mm²). Pode calcularse mediante a expresión (UNE 53331:1997 IN):

$$P_{crit} = \sqrt{S_t \cdot S_{sh}}$$

Onde:

S_t : Rixidez circunferencial específica a longo prazo (N/mm²).

S_{sh} : Rixidez horizontal do recheo ata a clave do tubo (N/mm²).

5.4.- Programa de cálculo de AseTUB

Aínda que nesta instrución déranse os pasos a seguir para o cálculo mecánico deste tipo de tubaxes, este pode realizarse dunha maneira máis sinxela mediante o programa de cálculo de AseTUB, aplica para o cálculo a norma UNE-EN 1452.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Na páxina inicial do programa introdúcese o tipo de condución (condución en PVC de auga a presión, de saneamento a presión ou de saneamento sin presión) e a continuación pode realizarse o cálculo hidráulico e o mecánico.

Para facer o cálculo mecánico, inicialmente, hai que introducir unha serie de datos, que se organizan en:

- Instalación: Elíxese un dos 5 tipos de instalacións posibles (en gabia, en terraplen,...) e o tipo de seguridade.
- Parámetros de tubos e instalacións
- Apoio: Tipo A ou tipo B.
- Recheo: Tipo de recheo (1,2,3 ou 4) e tipo de compactación do recheo.
- Tipos de solos: E₁, E₂, E₃ e E₄.
- Sobrecargas: Concentradas ou repartidas. Tamén hai que introducir o tipo de pavimentación e tipo de tráfico (firme normal ou firme irregular), se se trata dunha instalación baixo unha zona pavimentada.

Despois da introducción de tódolos datos, o programa procede ao cálculo de accións, que se presentarán nunha ventana de resultados.

Todos estes pasos, coa foto de cada pantalla que hai que cubrir, están explicados nun manual de usuario de AseTUB que se presenta dentro do propio programa.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AseTUB (2002). *TUBERÍAS DE PVC. Manual Técnico*.
AENOR.

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Ministerio de Fomento (España).

AENOR (2000). *UNE-EN 1452 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U)*. AENOR.

ITOHG - 0/0. ESTRUCTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

ITOGH – ABA. SISTEMAS ABASTECIMENTO

DESEÑO DA REDE

- ABA-1/0. INTRODUCCIÓN AOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
- ABA-1/1. DOTACIÓN E CAUDAIS DE AUGA EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
- ABA-1/2. CRITERIOS DE DESEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
- ABA-1/3. CÁLCULO DE CONDUCCIÓN
- ABA-1/4. CÁLCULO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO
- ABA-1/5. DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE CONDUCCIÓN
- ABA-1/6. CAPTACIÓNS. ESTUDOS HIDROLÓXICOS.

CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

- ABA-2/1. ELEMENTOS SINGULARES EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

ITOGH – MAT. MATERIAIS PARA AS CONDUCCIÓN DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

- MAT-1/0. CONSIDERACIÓNS XERAIS
- MAT-1/1. ACEIRO
- MAT-1/2. FORMIGÓN
- MAT-1/3. FUNDICIÓN
- MAT-1/4. POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRO
- MAT-1/5. POLIETILENO E POLIPROPILENO
- MAT-1/6. PVC

